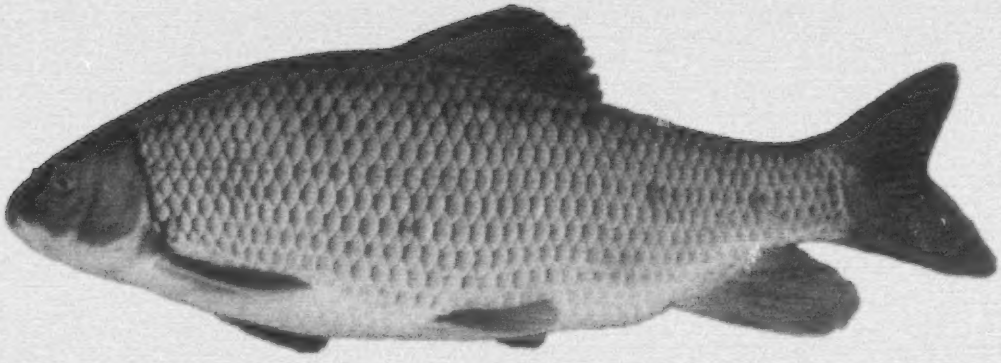
Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Chevalier cuivré
Moxostoma hubbsi

au Canada



EN VOIE DE DISPARITION
2014

COSEPAC
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada

COSEWIC
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 81 p. (www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii+ 41 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

MONGEAU, J., P. DUMONT, L. CLOUTIER et A. CLÉMENT. 1987. Status report on the copper redhorse *Moxostoma hubbsi* in Canada. Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada. iv + 9 p.

Note de production :
Le COSEPAC remercie Nathalie Vachon d'avoir rédigé le rapport de situation sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada, aux termes d'un marché conclu avec Environnement Canada. La supervision et la révision du rapport ont été assurées par John Post (Ph. D.), coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons d'eau douce.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : 819-953-3215
Téléc. : 819-994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
http://www.cosepac.gc.ca

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Copper Redhorse *Moxostoma hubbsi* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :
Chevalier cuivré — Photo fournie par l'auteur.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014.
N° de catalogue CW69-14/224-2014F-PDF
ISBN 978-0-660-22204-2

Papier recyclé

COSEPAC
Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – mai 2014

Nom commun
Chevalier cuivré

Nom scientifique
Moxostoma hubbsi

Statut
En voie de disparition

Justification de la désignation
Ce poisson longévif à maturité tardive est endémique au Canada où il ne se trouve que dans seulement trois localités, dont une où il serait probablement disparu. L'espèce est exposée à de nombreuses menaces, les plus graves étant la dégradation et la fragmentation de l'habitat, l'eutrophisation et les répercussions des espèces envahissantes.

Répartition
Québec

Historique du statut
Espèce désignée « menacée » en avril 1987. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en novembre 2004 et en mai 2014.

COSEPAC
Résumé

Chevalier cuivré
Moxostoma hubbsi

Description et importance de l'espèce sauvage

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) est l'un de sept représentants du genre *Moxostoma* (famille des Catostomidés) au Canada. Sa découverte a été attribuée à Vianney Legendre en 1942, mais ce serait Pierre Fortin qui l'aurait décrit pour la première fois en 1866 sous le nom d'une espèce déjà connue du genre *Moxostoma*. L'importance du chevalier cuivré ne se limite pas simplement à des considérations scientifiques et écologiques, mais s'inscrit dans le cadre de valeurs sociales, de développement durable et de conservation de la biodiversité. L'espèce est, en quelque sorte, un véritable indicateur de l'impact des activités anthropiques sur les écosystèmes du sud du Québec. L'intérêt du public est non seulement soutenu, mais grandissant.

Répartition

L'espèce, qui ne constitue qu'une seule population sur le plan génétique, ne se trouve nulle part ailleurs au monde qu'au Canada, dans la zone biogéographique Grands Lacs – haut Saint-Laurent. Son aire de répartition, extrêmement restreinte, est demeurée sensiblement la même depuis la redécouverte de l'espèce. Elle se limite au système du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents dans les basses terres du sud-ouest du Québec (rivières Richelieu, l'Acadie, des Mille Îles, des Prairies, Saint-François et Maskinongé). La persistance du chevalier cuivré dans les rivières Yamaska et Noire est de moins en moins probable.

La rivière Richelieu constitue encore le seul endroit connu où le chevalier cuivré se reproduit. Ce cours d'eau est stratégique dans son cycle vital, d'autant plus que c'est le seul endroit où des jeunes de l'année et des individus de moins de 300 mm (LT) ont été recensés depuis la découverte de l'espèce. La rivière Richelieu assure donc les fonctions de fraye, d'alevinage, de croissance et est une voie de migration pour le chevalier cuivré. Elle constitue également une aire d'alimentation pour certains adultes qui y établissent leur domaine vital en période estivale. Le fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents (rivières des Prairies et des Mille Îles) sont davantage utilisés comme aire d'alimentation. Le chevalier cuivré est une espèce migratrice et l'accomplissement de son cycle vital dépend à la fois du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Richelieu.

Habitat

Le chevalier cuivré fréquente principalement les cours d'eau de taille moyenne où la température estivale de l'eau est supérieure à 20 °C. Les frayères sont en eau vive; le courant y est généralement modéré ou faible, et la profondeur varie de 0,75 à 4 mètres. Le substrat est principalement constitué de gravier fin à grossier, de cailloux et de galets. Des secteurs plus profonds (> 8 mètres) et où la vitesse du courant est plus élevée (> 1 m/s) sont aussi utilisés pour la reproduction. À ce jour, seules deux frayères (archipel de Chambly et bief aval du barrage de Saint-Ours) sont connues et sont toutes deux situées dans la rivière Richelieu. Tout comme leurs congénères (chevaliers blanc, jaune, rouge et de rivière), les jeunes chevaliers cuivrés de l'année fréquentent les zones littorales peu profondes. Celles-ci sont caractérisées par des profondeurs inférieures ou égales à 1,5 m et de faibles pentes et sont pourvues de végétation. Le courant y est très faible et le substrat est relativement fin (mélange d'argile-limon et sable). L'habitat estival d'alimentation des adultes est constitué d'herbiers aquatiques de densité moyenne à élevée riches en gastéropodes. Les habitats de qualité pour le chevalier cuivré sont en régression. Sa disparition appréhendée dans les rivières Yamaska et Noire est d'ailleurs étroitement reliée à la détérioration de l'habitat, notamment par la fragmentation et la dégradation importante des milieux aquatiques et de la qualité de l'eau.

Biologie

Comparativement aux autres espèces de chevaliers avec lesquelles il vit en sympatrie (chevaliers blanc, jaune, rouge et de rivière), le chevalier cuivré est l'espèce la plus longévive (plus de 30 ans), la plus féconde et celle qui atteint la plus grande taille (plus de 70 cm). La période de reproduction, qui est plus tardive que celle de ses congénères, se déroule de la fin de juin au début de juillet, période durant laquelle la température de l'eau varie de 18 à 26 °C. L'espèce atteint également la maturité sexuelle à l'âge le plus avancé (vers l'âge de dix ans). Le régime alimentaire du chevalier cuivré est constitué presque exclusivement de mollusques. Pour broyer les coquilles, il est doté d'un appareil pharyngien très robuste pourvu de dents molariformes. Le régime alimentaire des jeunes de l'année diffère peu de celui des autres chevaliers avec lesquels il cohabite. Il est constitué principalement de microcrustacés.

Taille et tendances des populations

Des fouilles archéologiques montrent que l'espèce était jadis plus abondante à diverses époques de l'histoire et de la préhistoire. Depuis le milieu des années 1980, son abondance relative par rapport à ses congénères affiche une baisse importante. La population est vieillissante, le recrutement est extrêmement faible et jugé insuffisant pour équilibrer la mortalité naturelle. Le déplacement des profils de distribution de taille vers les valeurs supérieures depuis 30 à 40 ans est significatif. La capture de juvéniles âgés de deux ans ou plus est pratiquement nulle depuis 30 ans. Le nombre total

d'individus matures serait de quelques milliers tout au plus. Par suite de ces constats, un programme de reproduction artificielle et d'ensemencement a été entrepris en 2004 dans le but de reconstituer le stock reproducteur. Jusqu'à présent, près de 3 300 000 larves et 168 400 fretins d'automne ont été ensemencés dans la rivière Richelieu. La contribution des jeunes ensemencés au recrutement est majeure; le ratio de spécimens issus de la reproduction artificielle par rapport à la reproduction naturelle se situe autour de 9:1 en moyenne. Les suivis du recrutement ne permettent toujours pas de confirmer si l'espèce a pu se reproduire naturellement. En absence d'ensemencement, l'abondance relative des jeunes chevaliers cuivrés de l'année par rapport à ses congénères était toujours inférieure à 0,5 % lorsque des jeunes ont été recensés. La survie des jeunes ensemencés a été démontrée jusqu'à l'âge de deux ans, mais il est encore trop tôt pour statuer sur le niveau de leur contribution nette à l'abondance de la population adulte actuelle.

Menaces et facteurs limitatifs

Certaines caractéristiques biologiques de l'espèce, comme sa grande longévité, l'atteinte de la maturité sexuelle à un âge avancé et le fait qu'elle fraye tardivement et que son régime alimentaire soit spécialisé, en font une espèce unique par rapport à ses congénères, mais elles contribuent aussi, à certains égards, à la rendre plus vulnérable. Comme les cours d'eau fréquentés par le chevalier cuivré se trouvent dans les régions le plus densément peuplées du Québec, des facteurs d'origine anthropique entrent en jeu. Ces facteurs, dont les répercussions ne peuvent toutefois être déterminées avec certitude, agissent vraisemblablement en combinaison. La détérioration et la fragmentation de son habitat ainsi que le faible succès de reproduction seraient les éléments clés expliquant son déclin. La contamination, l'envasement, l'eutrophisation des cours d'eau et l'introduction d'espèces envahissantes, la construction d'ouvrages qui entravent sa libre circulation et enfin, le dérangement des géniteurs sur les sites de fraye sont autant de facteurs liés au déclin de l'espèce.

Protection, statuts et classements

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) le considère comme une espèce vulnérable depuis 1996. L'espèce est considérée comme étant gravement en péril à l'échelle provinciale (S1), nationale (N1) et mondiale (G1, NatureServe). Le chevalier cuivré est désigné espèce menacée en vertu de la *Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables* (RLRQ, c E-12.01) (LEMV) depuis 1999. Il a été désigné espèce menacée par le COSEPAC en 1987; son statut a été réexaminé et il est désigné en voie de disparition depuis 2004. L'espèce fut officiellement désignée comme telle, en décembre 2007, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* et inscrite à l'annexe 1. En 2008, l'American Fisheries Society a attribué au chevalier cuivré le statut d'espèce menacée.

Actuellement, la survie du chevalier cuivré repose essentiellement sur les interventions de protection de l'espèce et de son habitat ainsi que sur les initiatives de réintroduction. Comme pour les autres espèces de poissons, la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (RLRQ, c. C-61.1) (LCMVF) et la *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ, c. Q-2) assurent une certaine protection de l'espèce et de son habitat.

Plusieurs dispositions ont été mises de l'avant pour la protection et le rétablissement du chevalier cuivré comme l'aménagement de la passe migratoire Vianney-Legendre au Lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours en 2001 et la création du refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin à Chambly en 2002. La protection du chevalier cuivré est également assurée par plusieurs autres mesures règlementaires. Depuis les années 1980, l'utilisation des chevaliers (toutes espèces) comme poissons-appâts est interdite et la pêche commerciale au chevalier cuivré et de rivière est interdite depuis 1995. Depuis 1998, la pêche sportive de tous les chevaliers et meuniers est également prohibée dans les rivières Richelieu, Yamaska et Noire. En 2009, ce règlement a été modifié et couvre maintenant l'ensemble de l'aire de répartition connue de l'espèce, à l'exception du lac Saint-Pierre et de son archipel. Enfin, une interdiction de pêche commerciale aux poissons-appâts est en vigueur depuis le 1er avril 2008 dans la rivière Richelieu, de l'aval du barrage de Chambly jusqu'au fleuve Saint-Laurent.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Moxostoma hubbsi

Chevalier cuivré — Copper Redhorse

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Québec

Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquer si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2008] est utilisée). La durée actuelle d'une génération est d'environ 25 ans en raison du vieillissement de la population; la durée normale est probablement de 20 ans.	Environ 25 ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures? L'ensemencement depuis 2004 n'a pas été envisagé parce qu'il est trop tôt pour statuer sur la contribution nette à l'abondance de la population adulte actuelle. Estimation du nombre d'individus matures : ≤ 2 000. Population vieillissante, recapture fréquente des géniteurs, faible recrutement naturel et petit bassin de géniteurs.	Déclin observé et inféré
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Inconnu
Pourcentage [prévu ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé? Un certain nombre de facteurs sont en cause et agissent vraisemblablement en combinaison. Des mesures correctives ont été prises (passe migratoire, protection des frayères et d'autres habitats essentiels, plan de reproduction artificielle, réduction des causes directes de mortalité). Il est cependant trop tôt pour mesurer les effets de ces mesures.	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	On ne le sait pas. Surveillance en cours.

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence La zone d'occurrence historique, qui comprenait la rivière Yamaska et la rivière Noire, est estimée à 4 981 km².	3 471 km²
Indice de zone d'occupation (IZO)	168,5 km²
La population totale est-elle gravement fragmentée? Dans le passé, elle l'était, en particulier dans la rivière Yamaska et la rivière Noire, où des obstacles infranchissables ont été construits. L'espèce a toutefois fort probablement disparu de ces deux cours d'eau. La population actuelle, qui est limitée au Saint-Laurent et à la rivière Richelieu, demeure relativement peu fragmentée par des obstacles partiellement franchissables.	Actuellement, non.
Nombre de localités* • Système du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents (localité actuelle) • Rivière Richelieu (localité actuelle) • Système des rivières Yamaska et Noire (localité historique)	Trois, dont l'une est considérée comme historique.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence? Il y a un déclin observé et inféré en raison de sa disparition probable de la rivière Yamaska et de la rivière Noire.	Oui
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation? Il y a un déclin observé et inféré en raison de sa disparition probable de la rivière Yamaska et de la rivière Noire.	Oui
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de populations? Il pourrait y avoir eu deux populations relativement indépendantes, mais cette hypothèse ne peut être vérifiée. Avec la disparition du chevalier cuivré du système des rivières Yamaska et Noire, il n'existe maintenant qu'une seule population.	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*? Perte inférée dans l'une des trois localités connues. La localité du système des rivières Yamaska et Noire devrait probablement être considérée comme historique.	Oui
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat? Déclin observé et inféré, en particulier de la qualité de l'habitat.	Oui
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations? Il n'y a qu'une seule population.	Non

*Voir « Définitions et abréviations » sur le site Web du COSEPAC et IUCN 2010 (en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*? Perte probable de l'une des trois localités connues depuis la redécouverte de l'espèce en 1942.	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence? Perte de 30 % de la zone d'occurrence depuis la redécouverte de l'espèce en 1942.	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation? Même si l'espèce a fort probablement disparu des rivières Yamaska et Noire, ces cours d'eau représentent une très faible proportion de l'ensemble de la zone d'occupation (estimée à 1,56 km^2, selon une grille de 2 km × 2 km).	Non

Nombre d'individus matures dans chaque population

Population	Nombre d'individus matures
Total	De plusieurs centaines à plusieurs milliers, au maximum.

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce de la nature est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	Sans objet

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat)

Réelles

- Intensification des activités agricoles, ce qui mène à l'eutrophisation, à l'envasement et à la contamination des cours d'eau;
- Déforestation;
- Urbanisation entraînant l'aménagement des rives et la destruction des herbiers et exposant les poissons à des contaminants toxiques;
- Trafic commercial maritime accru causant de l'érosion et développement des infrastructures du port dans le Saint-Laurent;
- Circulation de bateaux de plaisance dans la plus importante et la plus prometteuse des deux frayères connues, dans les rapides de Chambly, durant la fraye et l'incubation des œufs;
- Introduction et dispersion de la tanche et du gobie à taches noires, des espèces omniprésentes et potentiellement concurrentes dans la rivière Richelieu (tanche) et le fleuve Saint-Laurent (tanche et gobie à taches noires);
- Prises accessoires par les pêcheurs commerciaux et les pêcheurs récréatifs;
- Modifications des communautés benthiques survenant généralement quand les moules zébrées sont abondantes et qu'il y a une détérioration de l'habitat (envasement et contamination).

Potentielles

- Construction de nouveaux barrages qui nuiraient à la libre circulation de l'espèce dans son aire de répartition et qui limiteraient notamment la libre circulation entre le Saint-Laurent et la rivière Richelieu;

*Voir « Définitions et abréviations » sur le site Web du COSEPAC et IUCN 2010 (en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

- Baisses du niveau d'eau du Saint-Laurent et effets de ces baisses.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur : Sans objet, car cette espèce est endémique au Canada.	
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Non
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Sans objet
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Sans objet
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Non

Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate? Oui, mais les frayères sont bien connues.

Historique du statut

COSEPAC : Espèce désignée « menacée » en avril 1987. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en novembre 2004 et en mai 2014.

Statut et justification de la désignation

Statut	**Code alphanumérique**
Espèce en voie de disparition	B1ab(i,iii,iv,v)+2ab(i,iii,iv,v)

Justification de la désignation

Ce poisson longévif à maturité tardive est endémique au Canada où il ne se trouve que dans seulement trois localités, dont une où il serait probablement disparu. L'espèce est exposée à de nombreuses menaces, les plus graves étant la détérioration et la fragmentation de l'habitat, l'eutrophisation et les répercussions des espèces envahissantes.

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) :

Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée », A2c, puisque la réduction estimée du nombre d'individus matures est fondée sur un déclin supérieur à 30 % de la zone d'occurrence.

Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) :

Correspond au critère de la catégorie « espèce en voie de disparition », B1ab(i,iii,iv,v)+2ab(i,iii,iv,v), compte tenu de la faible répartition, du petit nombre de localités et des déclins observés et inférés continus de l'aire de répartition, de la qualité de l'habitat et du nombre d'individus matures.

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) :

Sans objet. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais il pourrait être inférieur au seuil.

Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) :

Sans objet. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais il pourrait être inférieur au seuil.

Critère E (analyse quantitative) :

Sans objet. L'analyse quantitative n'a pas été faite.

PRÉFACE

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) a été désigné espèce menacée en 1987 par le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC) aujourd'hui devenu le COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). Son statut a été réexaminé en 2004, puis il a été modifié pour celui d'espèce en voie de disparition (COSEPAC, 2004). Le chevalier cuivré fut légalement désigné comme tel en décembre 2007, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En raison du besoin de compléter les connaissances permettant de cibler les activités de protection et de rétablissement ainsi que pour répondre aux exigences qu'impose la désignation de l'espèce en vertu de la LEP, plusieurs études ont été entreprises au cours de la décennie 2000. Des gains majeurs d'acquisition de connaissances permettent aujourd'hui de préciser l'aire de répartition de l'espèce ainsi que la structure génétique de la population et de réaliser une description de l'habitat essentiel. Ces travaux ont confirmé que le chevalier cuivré fréquente l'ensemble de l'aire de répartition historique connue, à l'exception des rivières Yamaska et Noire, et ont montré aussi que l'espèce est présente dans quelques nouveaux affluents du Saint-Laurent. L'aire de répartition actuelle diffère donc de celle présentée dans le rapport précédent publié en 2004. Des renseignements supplémentaires ont été obtenus sur ses déplacements et le domaine vital des adultes à différentes périodes de l'année ainsi que sur la description et l'emplacement des aires d'alimentation des adultes. Des travaux de caractérisation génétique de la population confirment qu'il n'existe actuellement qu'une seule population et que sa diversité génétique est encore relativement élevée. Parallèlement, d'importantes activités de rétablissement ont été entreprises, dont la reconstitution du stock reproducteur par la mise en œuvre d'un plan de reproduction artificielle et l'ensemencement de larves et de fretins d'automne. Le suivi du recrutement dans la rivière Richelieu, maintenant complété par des analyses génétiques, s'est aussi poursuivi.

HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsable des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

DÉFINITIONS
(2014)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'un autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.

Environnement Canada | Environment Canada
Service canadien de la faune | Canadian Wildlife Service
Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Chevalier cuivré
Moxostoma hubbsi

au Canada

2014

TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE 5
Nom et classification 5
Description morphologique 7
Structure spatiale et variabilité de la population 8
Unités désignables 12
Importance de l'espèce 12
RÉPARTITION 13
Aire de répartition mondiale 13
Aire de répartition canadienne 13
Zone d'occurrence et zone d'occupation 16
Activités de recherche 16
Affluents 18
Inventaires dans les zones limitrophes de l'aire de répartition 21
HABITAT 23
Besoins en matière d'habitat 23
Tendances en matière d'habitat 24
BIOLOGIE 29
Cycle vital et reproduction 29
Physiologie et adaptabilité 34
Écotoxicologie 37
Déplacements et dispersion 39
Alimentation et relations interspécifiques 39
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS 40
Activités et méthodes d'échantillonnage 40
Abondance 41
Fluctuations et tendances 42
Immigration de source externe 42
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS 42
Généralités 42
Caractéristiques biologiques 44
Fragmentation de l'habitat (voir aussi les sections Biologie et Tendances en matière d'habitat) 44
Modifications des régimes hydrologiques 44
Pollution et dégradation de l'habitat liées au développement urbain et industriel (voir aussi la section Tendances en matière d'habitat) 45

Développement et production/exploitation des énergies renouvelables et non renouvelables 46
Pollution et dégradation de l'habitat liées aux activités agricoles (voir aussi la section Tendances en matière d'habitat) 46
Accélération des processus d'érosion et apport excessif de sédiments 47
Eutrophisation des milieux aquatiques 47
Espèces exotiques ou non indigènes envahissantes et pathogènes 48
Pêche sportive et commerciale 50
Activités nautiques de plaisance 50
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS 51
Statuts et protection juridiques 51
Statuts et classements non juridiques 53
Protection et propriété de l'habitat 53
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS 54
Experts contactés 54
SOURCES D'INFORMATION 55
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU OU DES RÉDACTEURS DU RAPPORT 75
COLLECTIONS EXAMINées 76

Liste des figures

Figure 1. Chevalier cuivré adulte (illustration de Paul Vecsei). 6
Figure 2. Chevalier cuivré juvénile, 38 mm (dessin de Nathalie Vachon, tiré de Vachon, 2003a). 6
Figure 3. Appareil pharyngien du chevalier cuivré (photo d'Yves Chagnon, Société de la faune et des parcs du Québec). 7
Figure 4. Aire de répartition canadienne du chevalier cuivré (carte des zones biogéographiques du Canada produite par le COSEPAC (2007)). COSEPAC. 2007. Zones biogéographiques nationales d'eau douce du COSEPAC. http://www.cosewic.gc.ca/images/Fig2-FreshwaterBiogeographicZones_Fr.jpg 9
Figure 5. Aire de répartition historique et actuelle du chevalier cuivré (carte réalisée par Lucie Veilleux, MDDEFP). 10
Figure 6. Répartition de l'ensemble des mentions de capture de subadultes de chevalier cuivré d'origine naturelle (n = 142), par classe de taille (LT), dans l'aire de répartition de 1944 à 2011 15
Figure 7. Distribution des fréquences de taille des chevaliers cuivrés dans le fleuve Saint-Laurent et la rivière Richelieu de 1942 à 2001 (adaptation de Vachon et Chagnon, 2004). 32
Figure 8. Proportion (%),par groupe de taille, des chevaliers cuivrés manipulés durant les années où les activités de reproduction artificielle ont été réalisées. 33

Liste des tableaux

Tableau 1. Mentions de capture du chevalier cuivré, principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans le secteur du fleuve Saint-Laurent fréquenté par l'espèce 17
Tableau 2. Mentions de capture de chevalier cuivré, principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans les affluents fréquentés par l'espèce. 19
Tableau 3. Principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans les secteurs limitrophes de l'aire de répartition du chevalier cuivré. 22

Liste des annexes

Annexe 1. Tableau d'évaluation des menaces 77

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

Nom et classification

Classe : *Actinopterygii*

Ordre : *Cypriniformes*

Famille : *Catostomidae*

Le chevalier cuivré (« copper redhorse » en anglais) (*Moxostoma hubbsi*, Legendre) (figures 1 et 2) est l'un de sept représentants du genre *Moxostoma* (famille des *Catostomidae*) au Canada. Sa découverte a été attribuée à Vianney Legendre en 1942 (Legendre, 1942, 1943), mais ce serait Pierre Fortin qui l'aurait décrit pour la première fois en 1866 sous le nom d'une espèce déjà connue du genre *Moxostoma* (Branchaud et Jenkins, 1999). Croyant qu'il s'agissait d'une espèce déjà décrite par Valenciennes, Legendre lui donna d'abord le nom de *Megapharynx valenciennesi* en considérant toutefois *Megapharynx* comme un nouveau genre. Des études approfondies ont par la suite montré qu'il s'agissait d'une toute nouvelle espèce. En se basant sur la description qu'il en avait faite dix ans auparavant, Legendre (1954) désigna officiellement le chevalier cuivré comme une nouvelle espèce et lui attribua le nom scientifique *Moxostoma hubbsi* en hommage au célèbre ichtyologiste Carl L. Hubbs. Un peu plus tard, Robins et Rainey (1956) ont placé ce poisson dans le sous-genre *Megapharynx*. L'étude la plus récente ne reconnaît toutefois plus *Megapharynx* comme un taxon valide (Harris *et al.*, 2002).

Ce poisson était connu anciennement sous le nom de « suceur cuivré », mais son nom commun français a été changé en 1998 dans le but de faciliter la sensibilisation du public à sa protection en éliminant toute connotation péjorative associée au mot « suceur » (Branchaud *et al.*, 1998). Le terme générique français « chevalier » est désormais utilisé pour désigner tous les représentants du genre *Moxostoma*. Ce nom fait référence à leurs grandes écailles qui rappellent l'armure d'un chevalier. La seconde partie de son nom commun est cependant demeurée inchangée puisqu'elle fait directement référence à la coloration générale de la face dorsale de son corps, de sa tête et de ses flancs, qui varie du lustre cuivré à l'olive. Quant à la face ventrale du corps, elle est généralement plus pâle ou blanchâtre, et les nageoires sont habituellement cuivrées à bistrées (Scott et Crossman, 1973).

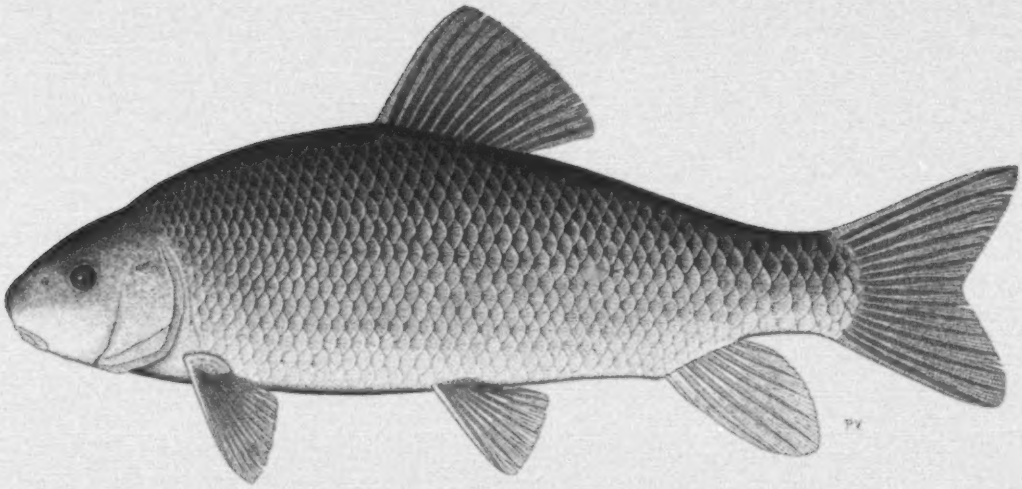


Figure 1. Chevalier cuivré adulte (illustration de Paul Vecsei).

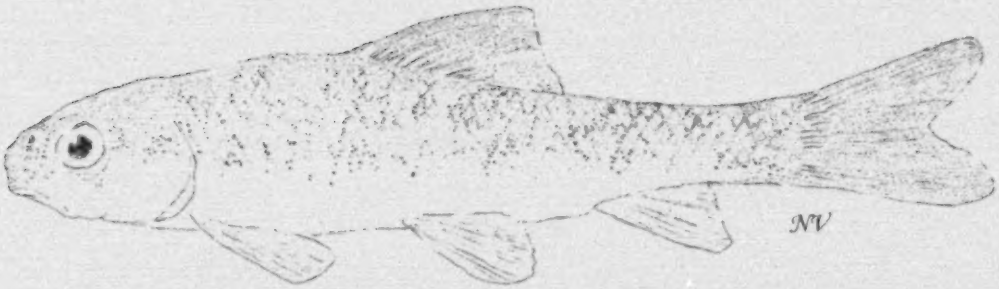


Figure 2. Chevalier cuivré juvénile, 38 mm (dessin de Nathalie Vachon, tiré de Vachon, 2003a).

Description morphologique

Le chevalier cuivré est un Catostomidé à grandes écailles du genre *Moxostoma*, groupe de poissons de taille relativement grande, munis d'une bouche infère et protractile dont les lèvres sont marquées de sillons et d'un appareil pharyngien pourvu de dents disposées en forme de couronne autour de l'ouverture de l'œsophage. Il se caractérise par 15 ou 16 rangées d'écailles autour du pédoncule caudal, comme son congénère le chevalier jaune (*Moxostoma valenciennesi*), alors qu'il y en a habituellement 12 ou 13 chez les autres espèces avec qui il vit en sympatrie dans le sud du Québec, soit les chevaliers blanc (*M. anisurum*), rouge (*M. macrolepidotum*) et de rivière (*M. carinatum*). Sa tête courte et massive en forme de triangle équilatéral, la présence d'un arc modérément haut, en pente raide derrière la tête, présentant l'apparence d'une bosse, son appareil pharyngien exceptionnellement robuste et pourvu de dents molariformes (de 18 à 21 par arc) (figure 3) sont les principales caractéristiques qui permettent de le distinguer des autres espèces (Scott et Crossman, 1973; Mongeau, 1984; Mongeau *et al.*, 1986, 1988; Massé et Leclerc, 2008).

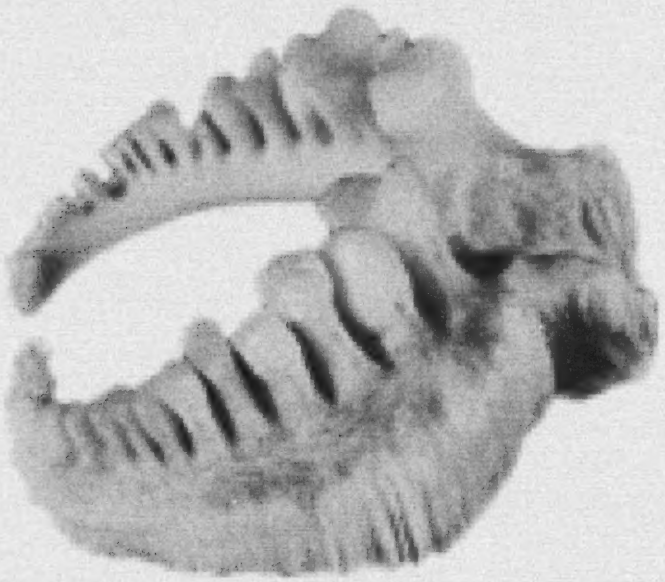
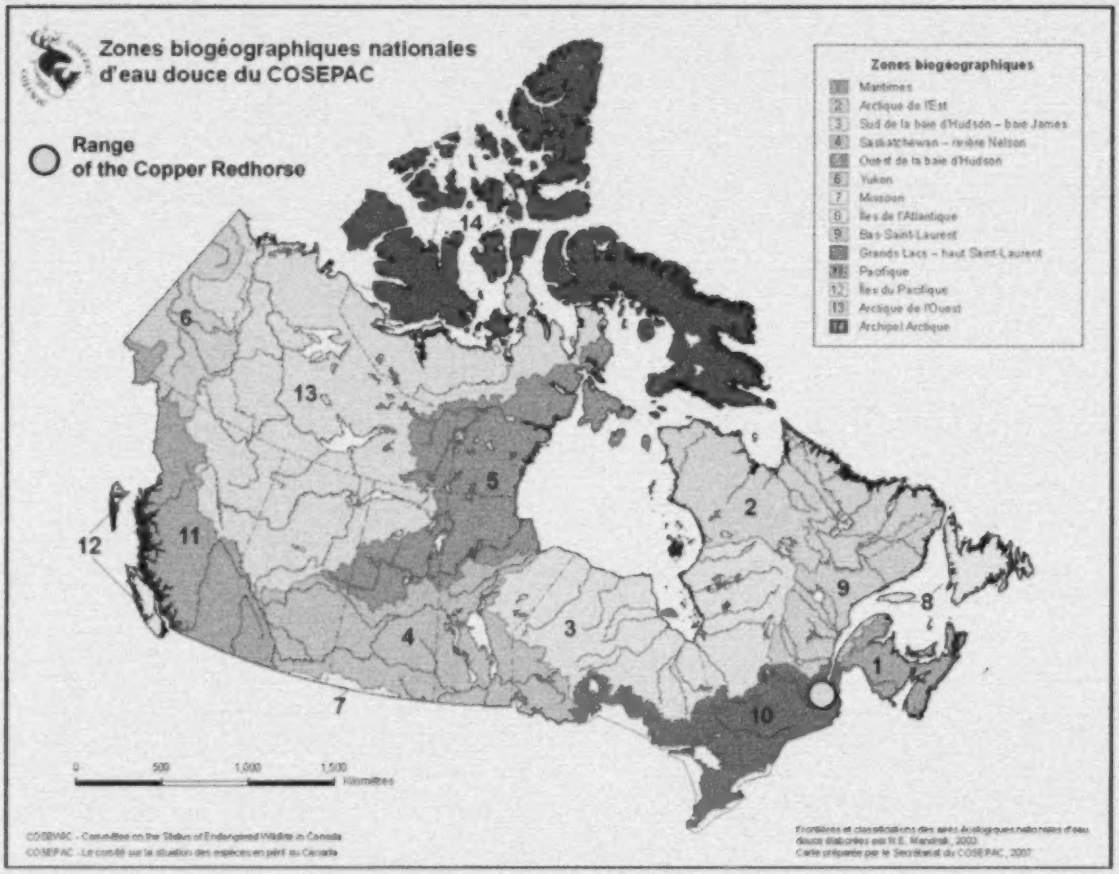


Figure 3. Appareil pharyngien du chevalier cuivré (photo d'Yves Chagnon, Société de la faune et des parcs du Québec).

Des études ont permis de décrire certaines caractéristiques morphométriques, méristiques et pigmentaires des stades larvaire (mésolarve flexion) et juvénile (Gendron et Branchaud, 1991) et de mettre au point des techniques d'analyse génétique pour l'identification (Branchaud *et al.*, 1996; Lippé *et al.*, 2004). D'autres travaux ont aussi permis de décrire certains aspects morphologiques des arcs branchiaux et pharyngiens chez les juvéniles (Beauchard, 1998; Vachon, 1999a, 2003a) de même que la séquence d'ossification et de chondrification du squelette caudal chez les larves (Grünbaum *et al.*, 2003). Malgré des efforts considérables pour mettre au point d'autres techniques d'identification des larves, l'analyse génétique demeure la méthode la plus fiable pour les identifier (Branchaud *et al.*, 1996). Dès la première saison de croissance, lorsque les jeunes atteignent environ 25 mm (LT), les juvéniles des cinq espèces vivant en sympatrie au Québec, peuvent être discriminés. Chez les chevaliers cuivrés juvéniles, le nombre réduit de dents pharyngiennes de même que leur aspect molariforme, la base élargie et la plus grande robustesse de leurs arcs sont déjà évidents et permettent de les distinguer des autres. La dissection de l'appareil pharyngien est encore la technique de choix pour confirmer l'identification (Vachon, 1999a, 2003a et comm. pers.).

Structure spatiale et variabilité de la population

Le chevalier cuivré est présent uniquement dans quelques cours d'eau du sud du Québec, notamment dans le système du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents (figures 4, 5) (voir les précisions dans les sections Répartition, Zone d'occurrence et zone d'occupation). Le secteur du fleuve Saint-Laurent où l'espèce est présente fait partie d'une rare section du milieu fluvial qui n'est pas fragmentée par des barrages. Seuls les barrages de Pointe-des-Cascades et de Beauharnois limitent la progression de l'espèce vers les milieux plus en amont du fleuve Saint-Laurent. Le barrage de Carillon limite les déplacements de l'espèce vers le système de la rivière des Outaouais.



Veuillez voir la traduction française ci-dessous :
Copper Redhorse Range = Aire de répartition du chevalier cuivré

Figure 4. Aire de répartition canadienne du chevalier cuivré (carte des zones biogéographiques du Canada produite par le COSEPAC (2007)). COSEPAC. 2007. Zones biogéographiques nationales d'eau douce du COSEPAC. http://www.cosewic.gc.ca/images/Fig2-FreshwaterBiogeographicZones_Fr.jpg

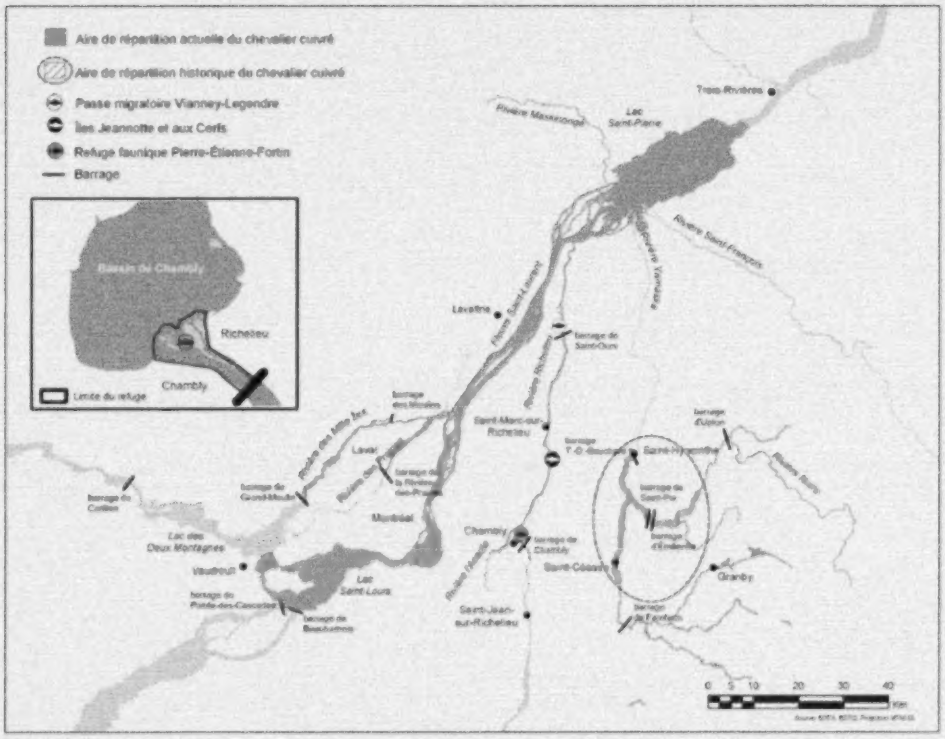


Figure 5. Aire de répartition historique et actuelle du chevalier cuivré (carte réalisée par Lucie Veilleux, MDDEFP).

Ailleurs dans son aire de répartition, l'habitat est fragmenté par la construction de barrages (figure 5) dont certains sont infranchissables et d'autres limitent considérablement la libre circulation du poisson. Les barrages[1] de Saint-Pie (1940) et d'Emileville (1913) sur la rivière Noire, le barrage T.-D. Bouchard (1900) à Saint-Hyacinthe sur la rivière Yamaska constituent des obstacles infranchissables. Le barrage des Moulins (1979) sur la rivière des Mille Îles à Terrebonne entrave partiellement la circulation des poissons (Gravel et Dubé, 1980).

À Chambly, sur la rivière Richelieu, soit une cinquantaine de kilomètres en amont de Saint-Ours, un premier barrage a été construit en 1896 pour la production d'électricité. Ce dernier a été remplacé en 1963-1964 (Blaquière et Auclair, 1974). Ce n'est qu'en 1997 qu'une passe à anguille a été installée sur le site (Verdon *et al.*, 2003), mais l'ouvrage est toujours infranchissable pour les autres espèces. Bien que plausible, il n'existe aucune mention de l'espèce dans la rivière Richelieu en amont de Chambly.

[1] L'information entre parenthèses représente l'année de construction du barrage. D'après http://www.cehq.gouv.qc.ca/Barrages/Default.asp#Nouvelle (Centre d'expertise hydrique, 2012).

Le barrage de Saint-Ours, sur la rivière Richelieu, entravait la libre circulation des géniteurs vers la plus importante et prometteuse des deux frayères connues, celle de l'archipel du bassin de Chambly (Dumont *et al.*, 1997). Bien que diverses structures aient été mises en place à Saint-Ours à partir des années 1850 pour faciliter la navigation jusqu'à Chambly, celles-ci ne constituaient pas, jusqu'en 1969, une réelle entrave à la libre circulation du poisson parce qu'une passe migratoire y avait été aménagée. De plus, ce barrage, qui était à l'époque constitué de caissons d'enrochement, était fréquemment partiellement détruit ou même emporté lors des crues printanières. Le passage du poisson était vraisemblablement possible, mais réduit. Cependant, au cours de la dernière réfection majeure du barrage, entreprise en 1967 et achevée en 1969, ce dernier a été rehaussé et ne comportait aucun ouvrage permettant aux poissons de le franchir (Dumont *et al.*, 1997). Ce n'est qu'au printemps 2001 qu'une passe migratoire multispécifique (passe migratoire Vianney-Legendre) a été aménagée au Lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours. Un programme de surveillance de cinq ans a été appliqué en vue de l'optimisation du fonctionnement de la passe migratoire. Bien que la fréquentation de la passe migratoire par le chevalier cuivré n'ait pu être confirmée au cours de la première année d'opération (Groupe conseil GENIVAR, 2002), des individus y ont été capturés les années suivantes (Fleury et Desrochers, 2003, 2004, 2005 et 2006; Leclerc et Vachon, 2008; Desrochers, 2009). L'ouvrage est d'ailleurs intégré au protocole de capture des géniteurs pour la reproduction artificielle du chevalier cuivré.

Dans le cadre de travaux sur l'espèce, plusieurs indices tendent à démontrer que les chevaliers cuivrés forment des regroupements avant la fraye et se déplacent entre le Saint-Laurent et la rivière Richelieu, notamment en période de fraye. Parmi ceux-ci, citons : 1. la présence récurrente de chevaliers cuivrés dans le secteur Lavaltrie-Contrecœur (fleuve Saint-Laurent) durant les mois d'avril et de mai, suivie d'une baisse de fréquentation; 2. les comparaisons interannuelles de ces captures et le bilan des recaptures (Vachon et Chagnon, 2004); 3. la capture de plusieurs chevaliers adultes, dont un chevalier cuivré et un chevalier de rivière, au large de la rive gauche de l'île Jeannotte (rivière Richelieu) au début de juin 1998 (Vachon, 1999a); et, finalement, 4. la combinaison et la concentration de certains contaminants trouvés dans les tissus de chevaliers cuivrés provenant du bief aval du barrage de Saint-Ours, qui sont plus typiquement associés au fleuve Saint-Laurent, comme le cadmium, le mirex et le congénère 77 de biphényles polychlorés (de Lafontaine *et al.*, 2002a).

Les plus récents travaux de télémétrie menés en 2004, 2007 et 2008 ont permis de confirmer les données antérieures et de fournir des données plus détaillées sur les déplacements de l'espèce dans son aire de répartition (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites). Voir la section Déplacements et dispersion. Quelques années auparavant, la caractérisation génétique des tissus de 236 spécimens, capturés entre 1984 et 2004 dans le fleuve Saint-Laurent (secteur Lavaltrie-Contrecœur) et la rivière Richelieu (Saint-Ours et Chambly), au moyen de 22 marqueurs microsatellites avait permis de déterminer que tous ces individus constituaient une seule et même population (F_{ST} = 0,0038; P = 0,0001). Malgré la faible abondance de la population et en dépit du fait que les tissus analysés provenaient en grande partie d'individus de

grande taille et âgés, le niveau de diversité génétique s'est révélé encore très élevé comparativement aux valeurs obtenues chez d'autres poissons d'eau douce avec, en moyenne, 12,5 allèles/locus et une H_O de 0,77 ± 0,08. La valeur d'apparentement moyenne (r_{xy}) étant de -0,00013 ± 0,11737, la consanguinité entre ces individus n'a pu être démontrée (Lippé *et al.*, 2004, 2006). Malheureusement, en raison de la méthode de conservation des spécimens issus des rivières Yamaska et Noire, il a été impossible de procéder à la caractérisation génétique d'individus de ces cours d'eau. L'hypothèse selon laquelle il pourrait y avoir eu deux populations relativement indépendantes, compte tenu de la fragmentation de l'habitat, est plausible, mais ne peut être vérifiée. Avec la disparition vraisemblable du chevalier cuivré dans le système des rivières Noire-Yamaska, il n'existe maintenant qu'une seule population.

Unités désignables

D'après les informations disponibles, notamment sur l'aire de répartition très restreinte de l'espèce, et les renseignements présentés dans la section Structure spatiale et variabilité de la population (voir plus haut), l'espèce constitue une seule unité désignable.

Importance de l'espèce

Le chevalier cuivré revêt une grande importance sur les plans scientifique et écologique. Le niveau de spécialisation de son appareil pharyngien constitue un sommet évolutif (Legendre, 1964; Jenkins, 1970; Eastman, 1977; Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Reproducteur lithophile, benthophage spécialiste dont l'alimentation est composée presque exclusivement de mollusques, le chevalier cuivré présente des caractéristiques comparables à celles d'autres espèces reconnues comme étant particulièrement touchées par la détérioration de l'habitat, notamment par l'envasement (Vachon, 2003b). L'espèce semble être un véritable indicateur des effets qu'ont les activités anthropiques sur l'écosystème. Rare, méconnue, actuellement sans grande valeur économique sur le plan de la pêche sportive et commerciale, l'espèce est très peu recherchée, sauf par certains membres de communautés ethniques.

L'espèce a fait l'objet, il y a une quinzaine d'années, d'une étude en vue de lui attribuer une valeur économique en tant qu'espèce menacée. Cette étude a été réalisée par un professeur-chercheur de l'Université du Québec à Montréal spécialisé en écologie humaine et industrielle ainsi qu'en gestion, en comptabilité, en vérification et en éthique environnementales. Bien qu'approximative et devant être considérée comme un montant plancher, la valeur du chevalier cuivré a été estimée à 25 millions de dollars (Clapin-Pépin, 1997). Les préjugés dont faisait l'objet le chevalier cuivré, autrefois considéré comme un simple poisson de fond sans grande valeur, ont fait place au fil des ans à la faveur du public. Le chevalier cuivré est le porte-étendard de la biodiversité au Québec et fait office de symbole pour la sensibilisation à la cause des espèces menacées. L'intérêt du public est non seulement soutenu, mais grandissant. Un projet de minicentrale hydroélectrique dans les rapides de Chambly a été abandonné en 1994 par suite des interventions de la Société de la faune et des parcs

du Québec (Dumont *et al.*, 1997). Citoyens, municipalités, organismes gouvernementaux et non gouvernementaux ainsi que des institutions publiques n'hésitent pas à se mobiliser et à se concerter pour mettre en œuvre des actions concrètes visant à assurer la survie et le rétablissement de l'espèce et à sensibiliser la population. À ce jour, ces initiatives ont pris plusieurs formes et s'adressent à une clientèle très diversifiée (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, 2014, sous presse; Vachon, 2007b).

Sa chair, autrefois appréciée, n'est plus prisée. Des écrits nous révèlent que le chevalier cuivré, tout comme ses congénères, était pêché et consommé au moins jusqu'au début du XIX^{e} siècle (Mongeau *et al.*, 1986; Branchaud et Jenkins, 1999; Courtemanche, 2003). Aujourd'hui, le chevalier cuivré est trop peu abondant pour être exploité commercialement. Sa capture est d'ailleurs interdite à des fins de protection de l'espèce. Depuis sa redécouverte, aucune mention du chevalier cuivré n'a été enregistrée près des réserves autochtones situées dans sa zone d'occurrence historique ou à proximité de cette zone, soit les réserves de Kanesatake (lac des Deux Montagnes), d'Akwasasne (lac Saint-François), de Kahnawake (fleuve Saint-Laurent, rapides de Lachine) et d'Odanak (rivière Saint-François). Les connaissances traditionnelles autochtones sur le chevalier cuivré ne sont actuellement pas disponibles (Jones, comm. pers. 2012).

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

Le chevalier cuivré ne se trouve nulle part ailleurs au monde que dans quelques cours d'eau de la plaine du Saint-Laurent (sud-ouest du Québec). L'identification d'un fragment d'appareil pharyngien fossilisé de chevalier cuivré provenant de l'Indiana a permis de confirmer que l'espèce y était présente au Pléistocène, soit il y a entre 11 000 ans et 1,8 million d'années (Jenkins, comm. pers. 2012).

Aire de répartition canadienne

Le chevalier cuivré est présent uniquement dans quelques cours d'eau de la portion québécoise de la zone biogéographique Grands Lacs – haut Saint-Laurent [2] (figure 4). Ces cours d'eau forment actuellement deux réseaux isolés entre eux et fragmentés par des obstacles partiellement franchissables. Le premier réseau est composé du fleuve Saint-Laurent, de l'amont du lac Saint-Louis à l'aval du lac Saint-Pierre, de la rivière des Mille Îles et des segments aval des rivières Richelieu, Maskinongé et des Prairies. Le second comprend des sections des rivières Yamaska et Noire.

[2] Telle qu'elle est définie par le COSEPAC (2007).

Depuis 1942, tous les spécimens recensés ont été capturés dans les rivières Maskinongé, des Mille Îles, Noire, Richelieu, Yamaska et dans quelques sites localisés du fleuve Saint-Laurent, soit dans les eaux vives des chenaux de Sainte-Anne-de-Bellevue et de Vaudreuil, le secteur Lavaltrie-Contrecœur et le lac Saint-Pierre.

Par contre, le portrait révélé par les travaux de télémétrie réalisés sur des adultes en 2004, 2007 et 2008 diffère sensiblement de celui tracé à partir des échantillonnages effectués à l'aide d'engins de pêche traditionnels. Ces travaux ont permis de confirmer la présence de l'espèce dans presque tout ce territoire ainsi que dans trois nouveaux affluents, soit les portions aval des rivières l'Acadie (affluent de la rivière Richelieu), Saint-François (près de son embouchure dans le lac Saint-Pierre) et des Prairies. Ces études ont également démontré que l'espèce fréquente toujours la rivière des Mille Îles et l'ensemble du tronçon fluvial depuis les chenaux à la tête du lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites) (figure 5). À la lumière des connaissances les plus récentes sur le chevalier cuivré et conformément aux définitions présentées dans les documents du COSEPAC (2011) et de l'UICN (2011), l'aire de répartition de l'espèce peut être subdivisée en deux localités qui représentent des zones distinctes d'un point de vue écologique et géographique, au sein desquelles un seul phénomène menaçant peut affecter rapidement tous les individus du taxon présent. La première localité est celle formée par le système du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents, y compris la rivière Richelieu, et la seconde, est celle du système des rivières Yamaska-Noire.

En somme, l'aire de répartition de l'espèce est demeurée essentiellement la même depuis sa redécouverte en 1942 (Gariépy, 2008) à l'exception des rivières Yamaska et Noire où sa persistance est de moins en moins probable. L'espèce serait selon toute vraisemblance disparue de ces cours d'eau en raison de la fragmentation de l'habitat et de l'importante dégradation des milieux aquatiques et de la qualité de l'eau. La dernière mention de chevalier cuivré dans la rivière Yamaska remonte à plus de 20 ans (1992) et à 50 ans (en 1964) dans la rivière Noire. Cette localité est considérée comme historique. Des travaux visant précisément la recherche de l'espèce dans ces rivières permettraient d'en déterminer le réel statut. Voir aussi la section Activités de recherche.

Enfin, depuis le début des activités de reproduction artificielle et d'ensemencement, un nombre restreint d'individus est ensemencé annuellement aux stades larvaire et juvénile en dehors de l'aire de répartition connue de l'espèce, soit à quelques kilomètres en amont du barrage de Chambly (rivière Richelieu). Ce secteur présente des milieux d'eaux vives et calmes où l'espèce pourrait s'établir (Vachon, 2010a et données inédites). Étant donné que la présence du chevalier cuivré résulte d'une réintroduction et que sa persistance dans ce secteur de la rivière Richelieu demeure à confirmer, cet élément ne sera pas retenu dans le calcul de la superficie des zones d'occurrence et d'occupation de l'espèce (voir plus bas).

La rivière Richelieu constitue encore le seul endroit connu où le chevalier cuivré se reproduit. Ce cours d'eau est stratégique dans son cycle vital, d'autant plus que c'est le seul endroit où des jeunes de l'année et des individus de moins de 300 mm (LT) ont été recensés depuis sa découverte et que 64 % des mentions de subadultes (LT < 500 mm) proviennent de cette rivière (figure 6). La rivière Richelieu assure donc les fonctions de fraye, d'alevinage, de croissance et est une voie de migration pour le chevalier cuivré. Elle constitue également une aire d'alimentation pour certains adultes qui y établissent leur domaine vital et y résident pendant toute l'année (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites; MPO, 2011; Vachon, 2007b, 2009, 2010abc).

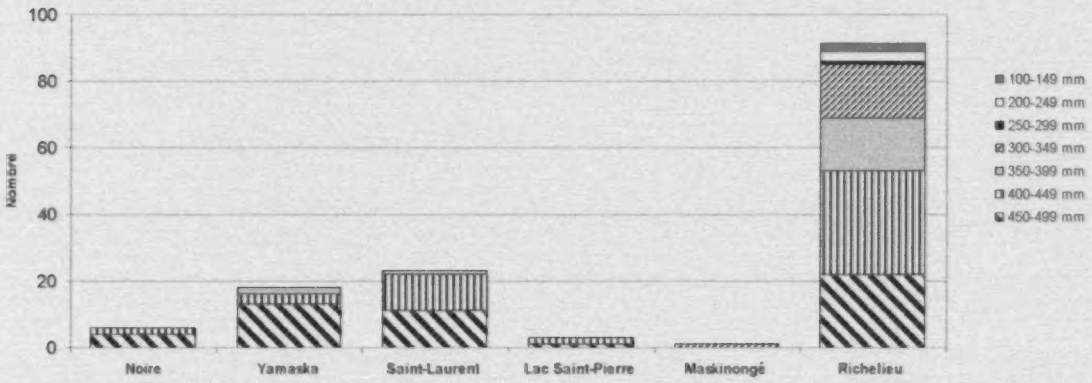


Figure 6. Répartition de l'ensemble des mentions de capture de subadultes de chevalier cuivré d'origine naturelle (n = 142), par classe de taille (LT), dans l'aire de répartition de 1944 à 2011.

L'état actuel des connaissances indique que le fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents (rivières des Prairies et des Mille Îles) sont davantage utilisés comme aire d'alimentation des adultes (surtout le tronçon Montréal-Sorel), secteur de rassemblement et voie de migration par l'espèce (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites; MPO, 2011). Les données historiques indiquent également la présence de quelques sites de concentration de subadultes (300 mm ≤ LT ≤ 499 mm) dans le Saint-Laurent, notamment dans le secteur Lavaltrie-Contrecœur. Près de 19 % des mentions de subadultes sont issues du fleuve Saint-Laurent (Vachon, 2009, 2010b).

Zone d'occurrence et zone d'occupation

Les estimations des zones d'occurrence et d'occupation diffèrent par rapport à celles présentées dans le rapport de situation précédent (COSEPAC, 2004) en raison des nouvelles informations disponibles et des changements apportés aux méthodes de calculs. Les nouvelles évaluations montrent que la superficie de la zone d'occurrence du chevalier cuivré, qui inclut le territoire des rivières Yamaska et Noire (zone d'occurrence historique), est de 4 891 km^2, alors que la zone d'occurrence actuelle[3] est estimée à 3 471 km^2. La zone d'occurrence actuelle aurait régressé de près de 30 % depuis la redécouverte de l'espèce.

Les superficies de la zone d'occupation actuelle de l'espèce, estimées au moyen de grilles de 1 km × 1 km et de 2 km × 2 km, sont respectivement de 115,9 km^2 et de 168,5 km^2. La rivière Richelieu, le tronçon Montréal-Sorel du Saint-Laurent ainsi que le tronçon aval de la rivière des Mille Îles sont les secteurs où les mentions et les localités historiques et récentes de l'espèce sont les plus abondantes et les plus concentrées.

Activités de recherche

Le chevalier cuivré dans le fleuve Saint-Laurent

La présence du chevalier cuivré a été signalée dans le fleuve Saint-Laurent de 1942 à 1973. Aucun des inventaires subséquents n'a permis de détecter l'espèce par la suite pendant plus de 25 ans (tableau 1). Les plus récentes mentions de chevalier cuivré dans le fleuve Saint-Laurent datent de la fin des années 1990 et des années 2000 et proviennent de déclarations validées d'un pêcheur commercial travaillant dans le secteur Lavaltrie-Contrecœur ainsi que de travaux de suivi télémétrique (voir précisions plus bas).

Les échantillonnages effectués dans le Saint-Laurent, dans le cadre d'études d'impact et d'autres projets particuliers ou universitaires, n'ont jamais mené à la détection de l'espèce (Sirois, comm. pers. 2012). Le chevalier cuivré n'a pas été capturé dans le lac Saint-Pierre ou son archipel (entre 1995 et 2011) ni dans le lac Saint-Louis (entre 1988 et 2011) ou d'autres secteurs du fleuve Saint-Laurent couverts par le RSI (Réseau de suivi ichtyologique) au moyen de filets expérimentaux et de seines de rivage (Dumont, 1996; Fournier *et al.*, 1996, 1998ab; La Violette et Dumont, 2005; La Violette *et al.*, 2006; MDDEFP, données inédites). Aucun spécimen n'a été recensé lors de quatre campagnes de chalutage menées entre 2007 et 2009 dans le fleuve Saint-Laurent au cours de missions du *Lampsilis*, un bateau de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Bien que le chalutage n'ait pas été effectué de façon systématique et uniforme partout, la couverture spatiale de ces campagnes est très importante et s'étend de l'amont depuis Rigaud (lac des Deux Montagnes) et Saint-Zotique (lac Saint-François) à Deschambault-Grondines, soit quelque soixante kilomètres en aval de Trois-Rivières. Un total de 148 traits de chalut, couvrant une

[3] Territoire des rivières Yamaska et Noire exclu. Voir les précisions et la justification dans la section Aire de répartition canadienne.

distance de 130 km, ont été réalisés dans des milieux de différentes classes de profondeur, dont les zones littorales (2 m ≤ Z ≤ 5 m), les fosses naturelles (4 m ≤ Z ≤ 23 m), le bord du chenal (3 m ≤ Z ≤ 12 m) et le chenal de navigation (8 m ≤ Z ≤ 17 m) (MDDEFP, 2014; Paradis, comm. pers. 2012). Pourtant en 1942, quatre spécimens ont été capturés dans les chenaux de Sainte-Anne-de-Bellevue et de Vaudreuil à la tête du lac Saint-Louis (rivière des Outaouais) par Legendre (1942), et un par Vladykov au lac Saint-Pierre. Six autres ont été trouvés dans le lac Saint-Pierre, dont deux en 1944 (Cuerrier *et al.*, 1946), un en 1947 ainsi que trois en 1971 dans son archipel (chenaux de Sorel et de Berthier) (Massé et Mongeau, 1974) (tableau 1).

Tableau 1. Mentions de capture du chevalier cuivré, principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans le secteur du fleuve Saint-Laurent fréquenté par l'espèce.

	Mention de capture		Échantillonnage systématique ou de grande envergure/travaux de terrain		
	première	dernière	Années[1]	Description sommaire	Référence
Ouest de l'île de Montréal	1942	2004	1965 à 1968	Seine et filet	Mongeau et Massé, 1976
			1975-1976	Filet	Sloterdijk, 1977
Chenaux de Sainte-Anne-de-Bellevue et de Vaudreuil à la tête du lac Saint-Louis			1988 à 1990	RSI et RSIa (seine et filet)	Dumont, 1996
			1997, 2005, 2009, 2011	Suivi télémétrique	Fournier *et al.*, 1998b; La Violette *et al.*, 2006; MDDEFP, données inédites (RSI)
Lac Saint-Louis			2004, 2007-2008	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
Bassin de Laprairie			2009		MDDEFP, 2014
Sud et est de l'île de Montréal	1973	2008	1973, 1977	RSI (seine et filet)	Mongeau et Massé, 1976; Massé et Mongeau, 1976; Mongeau *et al.*, 1980
			1975-1976	Captures pêcheur commercial	Sloterdijk, 1977
Du pont Mercier à Sorel			1991 à 1993	Suivi télémétrique	Nilo, 1996
			2001, 2010	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	MDDEFP, données inédites (RSI)
			1998 à 2006		Vachon et Chagnon, 2004; MDDEFP, données inédites
			2004, 2007-2008		Chagnon, 2003a,b; Vachon et Chagnon, 2004; Chagnon, 2004, 2005
			2009		Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
					MDDEFP, 2014
Lac Saint-Pierre et son archipel	1944	2008	1971-1972	Seine et filet	Massé et Mongeau, 1974
			1975-1976	RSI (seine et filet)	Sloterdijk, 1977
			1995, 1997	RSI et RSIa (seine et filet)	Fournier *et al.*, 1996, 1998a
			2002, 2003, 2007, 2009, 2010, 2011	RSI et RSIa (seine et filet)	MDDEFP, données inédites (RSI)
				Suivi télémétrique	MDDEFP, données inédites (RSI)
			2004, 2007-2008	Suivi du recrutement de la perchaude (seine)	Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
			2005 à 2012		Brodeur, comm. pers. 2012
			2007 à 2009	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	MDDEFP, 2014

[1]Le caractère gras indique les années où des échantillonnages systématiques ou de grande envergure ont été faits.

[2]RSI : Réseau de suivi ichtyologique

Dans le tronçon Montréal-Sorel du fleuve Saint-Laurent, les seules mentions de l'espèce remontaient à 1973, lorsque quatre spécimens ont été capturés entre Verchères et Contrecœur (Massé et Mongeau, 1976). Soulignons que, malgré une couverture assez exhaustive du secteur par des activités de pêche réalisées à l'été et à l'automne à quelque 97 sites de 1991 à 1993 (Nilo, 1996) et un échantillonnage systématique du tronçon Montréal-Sorel en 2001 et en 2010 dans le cadre du RSI (MDDEFP, données inédites), aucun chevalier cuivré n'a été capturé (tableau 1). La présence de l'espèce dans cette partie du Saint-Laurent (tronçon Montréal-Sorel) a été signalée en 1998 dans le secteur Lavaltrie-Contrecœur et presque chaque année par la suite, au printemps et à l'automne, grâce à la collaboration d'un pêcheur commercial qui pêche au verveux et au filet maillant. Depuis 2006, l'espèce n'a pas été signalée dans les engins du pêcheur commercial, qui évite vraisemblablement les sites les plus propices à sa capture. Depuis le début du suivi auprès du pêcheur commercial, des recaptures ont été signalées chaque année, et le nombre de nouveaux individus répertorié annuellement n'a cessé de décroître depuis, passant de 115 et 86 respectivement en 1999 et 2000, à des effectifs variant de 21 à 46 durant la période de 2001 à 2004, pour n'être que de 4 en 2005. (Chagnon 2003a,b; Vachon et Chagnon, 2004; Chagnon, 2004, 2005; Côté, comm. pers. 2012). Bien que plusieurs facteurs puissent influencer les résultats, notamment les conditions hydrologiques ainsi que l'effort de pêche variable qui est toutefois demeurée relativement comparable d'une année à l'autre, ces résultats tendent à démontrer une diminution de la population adulte, d'autant plus que les spécimens capturés par le pêcheur commercial ont toujours été des adultes de grande taille.

Ces observations reflètent sans doute l'extrême rareté de l'espèce, laquelle complique sa détection, puisque les plus récents travaux de télémétrie ont montré un portrait différent par rapport à celui tracé à partir des captures historiques et des échantillonnages plus récents réalisés dans l'aire de répartition. En effet, malgré un nombre relativement faible d'individus marqués, ces travaux ont permis de confirmer la présence de l'espèce dans l'ensemble de ces secteurs du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites) qui constituaient l'aire de répartition historique de l'espèce, à l'exception des rivières Yamaska et Noire (COSEPAC, 2004). Les activités de recherche faisant appel aux travaux de télémétrie sont décrites dans la section **Déplacements et dispersion**.

Affluents

Rivière des Mille Îles et rivière des Prairies

Le portrait est similaire dans la rivière des Mille Îles. Depuis la capture de douze spécimens en 1971 et en 1973 (Mongeau et Massé, 1976) dans l'ensemble de la rivière des Mille Îles, seulement trois autres individus y ont été recensés, dont un à la tête de la rivière (rapides du Grand-Moulin) en 1980 (Massé *et al.*, 1981) et deux en 1996 tout près de sa confluence avec la rivière des Prairies, soit en aval du barrage situé près de l'île du Moulin à Terrebonne (MDDEFP, données inédites). Les inventaires à la seine de rivage entrepris par Éco-Nature dans la rivière des Mille Îles

durant les étés 2002, 2003 et 2006 et à l'automne 2008 n'ont pas conduit à la capture de chevaliers cuivrés (Bisson *et al.*, 2002; Bisson et Gauvin, 2007; Boutin *et al.*, 2009) (tableau 2). Les travaux de télémétrie ont cependant permis de confirmer à nouveau la fréquentation de la rivière des Mille Îles par le chevalier cuivré ainsi que de le détecter dans la rivière des Prairies pour la première fois (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites).

Tableau 2. Mentions de capture de chevalier cuivré, principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans les affluents fréquentés par l'espèce.

	Mention de capture		Échantillonnage systématique ou de grande envergure/travaux de terrain		
	première	dernière	Années[1]	Description sommaire	Référence
Rivière des Mille Îles	1971	2008	1971, 1973		Mongeau et Massé, 1976
			1975-1976	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Sloterdijk, 1977
			1980		Massé *et al.*, 1981
			1996	Suivi télémétrique	MDDEFP, données inédites
			2004, 2007-2008	Recherche de jeunes de l'année (seine)	Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
			2002, 2003, 2006, 2008		Bisson *et al.*, 2002; Bisson et Gauvin, 2007; Boutin *et al.*, 2009
Rivière des Prairies	2004	2008	1971, 1972		Mongeau et Massé, 1976
			1975-1976	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Sloterdijk, 1977
			1982 à 1988	Filet	Provost *et al.*, 1982; Provost et Fortin, 1984; Gendron, 1986, 1987, 1988
			1995 à 1999	Suivi télémétrique	Fortin *et al.*, 2002 (centrale hydroélectrique de la rivière des Prairies)
			2004, 2007-2008		Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
Rivière Maskinongé	1971	1971	1963 à 1974	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau *et al.*, 1981
Rivière Saint-François	2007	2007	1965 et 1974	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau et Legendre, 1976
			2004, 2007-2008	Suivi télémétrique	Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
Rivière Richelieu (du barrage de Chambly à l'embouchure)	1965	2013		Échantillonnage des communautés (filet et seine)	
				Travaux ciblés sur le chevalier cuivré (biologie de l'espèce, recherche de frayères : filet, verveux, seine de rivage, pêche électrique)	Mongeau, 1979a; Saint-Jacques, 1998
			1968 à 1970 et 1995		Travaux à Chambly, Saint-Ours et Saint-Charles-sur-Richelieu
			1984, 1985, 1990 à 1994, 1996, 1997	Travaux ciblés sur le chevalier cuivré (biologie des juvéniles, suivi du recrutement et de la population, recherche de subadultes et reproduction artificielle : seine de rivage, filet maillant, chalut, seine coulissante)	Branchaud et Fortin, 1998; Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995; Boulet *et al.*, 1995, 1996; Dumont *et al.*, 1997; La Haye *et al.*, 1992, 1993; La Haye et Clermont, 1997; Mongeau *et al.*, 1986, 1992
			1997 à 1999, 2001, 2003, 2004, 2006 à 2012		Vachon 1999ab, 2002, 2007b, 2010a (juvéniles), 2014 et données inédites
			2001 à 2005, 2007, 2008	Suivi de la passe migratoire Vianney-Legendre à Saint-Ours : opération de la cage et filet maillant dans le bassin d'entrée de la passe migratoire	Groupe conseil GENIVAR, 2002; Fleury et Desrochers, 2003, 2004, 2005, 2006; Leclerc et Vachon, 2008; Desrochers, 2009
			2004, 2007-2008		Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
			2004 à 2013	Suivi télémétrique	Vachon, 2010a, 2014 et données inédites
				Reproduction artificielle (filet dans le bassin d'entrée de la passe migratoire, opération de la cage de la passe migratoire, filet au bief aval du barrage et seine coulissante)	

	Mention de capture		Échantillonnage systématique ou de grande envergure/travaux de terrain		
	première	dernière	Années[1]	Description sommaire	Référence
Rivière l'Acadie	2008	2008	1968 à 1970 2004, 2007-2008	Échantillonnage des communautés (filet et seine) Suivi télémétrique	Mongeau, 1979a Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites
Rivière Yamaska	1948	1992	1963-1975 1976 à 1978	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau, 1979b Buth, 1978; Harvey, 1979
Rivière Noire	1963	1964	1985 1987 1991 1992 1995 2012	Échantillonnage à la seine dans une partie des secteurs historiquement fréquentés par l'espèce	Mongeau *et al.*, 1986 MDDEFP, données inédites La Violette, 1996 Boulet *et al.*, 1995 La Violette, 1999 N. Vachon, MDDEFP, données inédites

[1]Le caractère gras indique les années où des échantillonnages systématiques ou de grande envergure ont été faits.

[2]RSI : Réseau de suivi ichtyologique

Rivière Richelieu

Depuis que les premiers individus y ont été recensés en 1965, les mentions surviennent régulièrement puisque la plupart des activités de rétablissement et de recherche nécessitant la capture et la manipulation de spécimens y ont cours. L'espèce a été trouvée dans 30 sites répartis sur l'ensemble de la rivière, à partir du bassin de Chambly jusqu'à son embouchure (Sorel), lors d'un échantillonnage systématique effectué de 1968 à 1970 (Mongeau, 1979a). En 1995, un autre échantillonnage systématique de la rivière Richelieu, bien que moins intensif que le précédent, a conduit à la capture d'un seul individu (Saint-Jacques, 1998). De nombreuses études réalisées localement ont toutefois permis de capturer des géniteurs et du frai à Chambly et à Saint-Ours (Branchaud et Fortin, 1998; Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995; Boulet *et al.*, 1995, 1996; Dumont *et al.*, 1997; La Haye *et al.*, 1992, 1993; La Haye et Clermont, 1997; Mongeau *et al.*, 1986, 1992) et des jeunes de l'année de même que quelques juvéniles d'âge 1+ et 2+, particulièrement dans le secteur de Saint-Charles-sur-le-Richelieu (Boulet *et al.*, 1995, 1996; Vachon, 1999ab, 2002, 2007b, 2010a et données inédites) (tableau 2). Les plus récents travaux de télémétrie sur les adultes ont permis de préciser les fonctions que joue ce cours d'eau dans le cycle vital de l'espèce (Gariépy 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites).

Rivière Yamaska et rivière Noire

Le chevalier cuivré a été recensé pour la première fois dans la rivière Yamaska au cours des années 1940 par Vladykov. Certaines parties d'un spécimen capturé par Vladykov le 19 juin 1948 près de Saint-Césaire font actuellement partie de la collection de la Cornell University (CU 25512) (Jenkins, comm. pers. 2003). L'espèce a par la suite été trouvée en abondance durant les années 1960 dans les rivières Yamaska (en amont du barrage de Saint-Hyacinthe) et Noire (Mongeau, 1979b; Mongeau *et al.*, 1986, 1992). À l'époque, ces rivières se classaient respectivement au second et au troisième rang quant au nombre de spécimens recensés (Mongeau *et al.*, 1986). Malgré des visites dans le secteur effectuées de 1976 à 1978 (Buth, 1978; Harvey, 1979), en 1985 (Mongeau *et al.*, 1986), en 1991 (La Violette, 1996), en 1992 (Boulet *et al.*, 1995) et en 1995 (La Violette, 1999), seule une nouvelle mention a été rapportée en 1992 dans la rivière Yamaska (Boulet *et al.*, 1995). Un échantillonnage à la seine de rivage à l'automne 2012 couvrant quelque 30 sites dans les rivières Yamaska et Noire, dans les secteurs historiquement fréquentés par le chevalier cuivré, n'a pas permis de détecter l'espèce, du moins des jeunes de l'année ou des juvéniles (N. Vachon, MDDEFP, données inédites) (tableau 2). Compte tenu de la fragmentation et de la détérioration de l'habitat dans ces rivières, les populations y sont vraisemblablement éteintes. Des travaux ciblés sur l'espèce sont requis pour que l'on puisse statuer de façon plus précise.

Autres affluents

Malgré des inventaires systématiques d'envergure menés principalement au cours des années 1960 et 1970 dans les rivières Saint-François, des Prairies et l'Acadie (Mongeau et Legendre, 1976; Mongeau et Massé, 1976; Mongeau, 1979a; Sloterdijk, 1977; Fortin *et al.*, 2002), la présence du chevalier cuivré dans ces cours d'eau a été signalée pour la première fois au cours des années 2000 par les suivis de télémétrie (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites) (tableau 2).

Inventaires dans les zones limitrophes de l'aire de répartition

Les secteurs limitrophes de l'aire de répartition ont aussi été couverts par des inventaires systématiques d'envergure. Le chevalier cuivré n'a jamais été recensé dans la rivière des Outaouais et le lac des Deux Montagnes. D'autres inventaires menés depuis la fin des années 1990 dans la rivière des Outaouais et certains de ses affluents dans le cadre d'études portant sur le chevalier de rivière et d'autres espèces en péril ou sur les communautés ichtyennes ont conduit aux mêmes résultats. L'espèce ne figurait pas parmi les captures au filet expérimental en 2010 dans le lac des Deux Montagnes. Le chevalier cuivré n'a jamais été recensé dans le lac Saint-François, en amont du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) ni dans le tronçon amont du barrage de Chambly (rivière Richelieu) (tableau 3).

Tableau 3. Principaux programmes d'échantillonnage et travaux de terrain dans les secteurs limitrophes de l'aire de répartition du chevalier cuivré.

	Échantillonnage systématique ou de grande envergure/travaux de terrain		
	Années[1]	**Description sommaire**	**Référence**
SECTEURS EN AMONT DE L'AIRE DE RÉPARTITION : système du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais			
Rivière des Outaouais et affluents	1965	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau, 1965
	1995-1996	Échantillonnage des communautés (seine) dans 11 affluents de la rive nord	Dubuc, 1999
	1998-1999	Travaux ciblés sur le chevalier de rivière (différents types de filets)	Campbell, 2001
	1999		Comtois *et al.*, 2004
	2009	Pêche électrique	Pariseau *et al.*, 2009
		Travaux ciblés sur le fouille-roche gris : pêche électrique et seine	
Lac des Deux Montagnes	1964 à 1966-1968	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau et Massé, 1976; Mongeau *et al.*, 1982
	1975-1976		Sloterdijk, 1977
	2009	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	MDDEFP, 2014
	2010	RSIa (filet)	MDDEFP, données inédites (RSI)[2]
Lac Saint-François	1968	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau, 1979c
	1996-2004-2009	RSI (seine et filet)	Fournier *et al.*, 1997a; La Violette et Dumont, 2005; Vachon *et al.*, 2013b
	2009	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	MDDEFP, 2014
SECTEURS EN AVAL DE L'AIRE DE RÉPARTITION : fleuve Saint-Laurent			
Tronçon Bécancour-Batiscan	1996-2001-2008-2012	RSI (seine et filet)	Fournier *et al.*, 1997b; MDDEFP, données inédites
Tronçon Grondines-Saint-Nicolas	1997- 2006	RSI (seine et filet)	Fournier, 1998; MDDEFP, données inédites
	2007-2008	Campagne de chalutage avec le *Lampsilis*	MDDEFP, 2014
SECTEURS EN AMONT DE LA RIVIÈRE RICHELIEU : en amont du barrage de Chambly			
Haut-Richelieu	1968 à 1970	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau, 1979a
	2012	RSI (seine et filet)	RSI, MDDEFP, données inédites
Baie Missisquoi	1965	Échantillonnage des communautés (filet et seine)	Mongeau, 1979a
	2003	RSI (seine et filet)	Bilodeau *et al.*, 2004
	2012	RSI (seine et filet)	RSI, MDDEFP, données inédites

[1]Le caractère gras indique les années où des échantillonnages systématiques ou de grande envergure ont été faits.

[2]RSI : Réseau de suivi ichtyologique.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

Les cours d'eau fréquentés par le chevalier cuivré se trouvent dans une région du Québec de superficie très restreinte, caractérisée par une saison de croissance d'au moins 1 790 degrés-jours au-dessus de 5,6 °C et où la température estivale de l'eau dépasse 20 °C. Bien que le courant soit lent, habituellement inférieur à 0,3 m/s, certains tronçons sont entrecoupés de courtes sections d'eau vive où l'espèce trouve les conditions favorables à la reproduction. Les adultes sont absents des secteurs où les eaux sont très polluées et turbides (Mongeau *et al.*, 1986, 1988, 1992).

En dehors de la période de fraye, les chevaliers cuivrés adultes fréquentent majoritairement les zones de faible profondeur ($Z \leq 4$ m) et de faible courant ($\leq 0,5$ m/s). L'habitat estival d'alimentation des adultes est constitué d'herbiers aquatiques de densité moyenne à élevée composés principalement de *Vallisneria americana* et de *Potamogeton* sp. L'abondance des gastéropodes, la fine granulométrie du substrat, la faible vitesse de courant et l'abondance des dreissenidés sont, dans cet ordre, les facteurs qui expliquent la sélection de l'habitat en été et au début de l'automne. Les archipels des îles de Boucherville et de Lavaltrie-Contrecœur du Saint-Laurent ainsi que le tronçon de la rivière Richelieu entre Chambly et Saint-Ours sont des secteurs très utilisés pour l'alimentation des adultes en période estivale. La taille moyenne des domaines vitaux varie selon les saisons et est de l'ordre de 0,29 km^2 en été ($n = 16$), de 2,31 km^2 ($n = 17$) à l'automne et de 0,65 km^2 ($n = 11$) en hiver. La sélection d'habitat présente par contre quelques variations saisonnières (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites).

Deux sites de reproduction du chevalier cuivré, soit l'archipel des rapides de Chambly et le bief aval du barrage de Saint-Ours, sont actuellement connus (figure 5). Ces frayères sont en eau vive; le courant y est modéré ou faible et la profondeur varie de 0,75 à 2 mètres. Le substrat hétérogène est constitué de gravier fin à grossier, de roches et parfois même de quartiers de roc enlisés dans la glaise (Boulet *et al.*, 1995, 1996; Dumont *et al.*, 1997; La Haye *et al.*, 1992; La Haye et Clermont, 1997; Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Les travaux de télémétrie ont confirmé l'utilisation de ces deux frayères à des endroits où le substrat est composé de différentes combinaisons de gravier-caillou-galet dans 95 % des cas. Ces études ont aussi permis de démontrer que l'espèce pouvait frayer à de plus grandes profondeurs et à des vitesses de courant plus élevées. En effet, durant la période de fraye, 77 % des localités étaient dans des zones de profondeur inférieure ou égale à 4,0 m, dont 42 % à des profondeurs variant de 2,1 à 4 m. L'utilisation de zones de huit mètres et plus de profondeur a également été démontrée au bief aval du barrage de Saint-Ours. Une grande proportion (65 %) des localités utilisées en période de fraye étaient dans des zones où la vitesse du courant était inférieure ou égale à 0,75 m/s, dont 55 % dans des zones où la vitesse variait de 0,25 à 0,75 m/s, alors que 18 % des localités se trouvaient à des endroits où la vitesse du courant était supérieure ou égale à 1,0 m/s (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009 et données inédites). Selon les connaissances actuelles sur le comportement de l'espèce

et un examen de la littérature, une surface maximale de 1 m^2 (jugée conservatrice) par trio, composé d'une femelle et de deux mâles, serait requise pour la réalisation d'un acte de fraye (Vachon, 2010c).

Les premiers individus observés à la tête du lac Saint-Louis étaient matures et vraisemblablement en voie de frayer (Legendre, 1942). D'autres sites du fleuve Saint-Laurent, comme les rapides du Grand-Moulin dans la rivière des Mille Îles ainsi que les chenaux de Dorion et de Saint-Anne-de-Bellevue à la tête du lac Saint-Louis, pourraient satisfaire aux exigences du chevalier cuivré pour la reproduction, mais la présence d'une frayère n'y a jamais été démontrée (Jenkins, 1970; Massé *et al.*, 1981; Vachon et Chagnon, 2004).

Tout comme leurs congénères, les jeunes chevaliers cuivrés de l'année fréquentent les zones littorales peu profondes durant leur première saison de croissance. Celles-ci sont caractérisées par des profondeurs inférieures ou égales à 1,5 m et de faibles pentes (≤ 20°), et sont pourvues de végétation. Le courant y est très faible et le substrat, relativement fin (mélange argile-limon et sable) (Vachon, 1999a). Le tronçon de la rivière Richelieu qui comprend les îles Jeannotte et aux Cerfs à Saint-Marc-sur-Richelieu constitue un important site d'alevinage pour les jeunes chevaliers, notamment pour le chevalier cuivré puisque plusieurs spécimens sauvages y ont été recensés (Vachon, 1999ab, 2002, 2007b, 2010a).

Les secteurs de la rivière Richelieu où des jeunes chevaliers ont été répertoriés sont aussi fréquentés par plusieurs autres espèces en péril (Massé et Bilodeau, 2003; Vachon, 1999ab, 2002, 2007b, 2010a) désignées par le COSEPAC. Il s'agit du chevalier de rivière dont la situation est jugée préoccupante (COSEPAC, 2006) et de deux espèces menacées, soit le fouille-roche gris (*Percina copelandi*) (COSEPAC, 2002) et le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) (COSEPAC, 2009). Ces trois espèces sont également désignées en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* comme l'a recommandé le COSEPAC. En vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (RLRQ, c E-12.01) (LEMV), le chevalier de rivière et le fouille-roche gris sont désignés espèces vulnérables et le dard de sable est désigné espèce menacée.

Tendances en matière d'habitat

L'habitat de qualité pour le chevalier cuivré est en régression dans une grande partie de son aire de répartition. Sa disparition appréhendée dans les rivières Yamaska et Noire est d'ailleurs étroitement reliée à la détérioration du milieu. Ces rivières sont en effet situées dans la région la plus agricole du Québec et les pressions agricoles y sont en augmentation. L'intensification des activités agricoles et de l'urbanisation se fait souvent au détriment des zones forestières. Les effets néfastes du déboisement sur les écosystèmes aquatiques sont bien connus. En Montérégie, le phénomène est préoccupant. Les boisés couvraient environ 26 % du territoire de la Montérégie en 2002. Par rapport à 1999, cela représente une perte de 4 % ou de 12 511 ha. La plupart des coupes importantes ont été effectuées à des fins agricoles (Soucy-Gonthier

et al., 2003). L'intensification des activités agricoles a annihilé certaines des initiatives qui avaient été entreprises pour dépolluer les rejets industriels et domestiques.

Bien que la construction de la passe migratoire Vianney-Legendre contribue à rétablir la libre circulation du chevalier cuivré dans la rivière Richelieu et que des mesures d'assainissement des rejets municipaux aient été prises, la détérioration de l'habitat y est préoccupante. Une grande portion de son bassin versant est occupée par des activités agricoles intensives et un développement urbain croissant. La rivière est également fortement utilisée pour la navigation de plaisance. Ces éléments contribuent à la détérioration de la qualité de l'eau, à l'artificialisation des rives et à la détérioration ou à la destruction des herbiers littoraux dans ce cours d'eau, lequel joue un rôle crucial dans le cycle vital du chevalier cuivré pour la reproduction et l'alevinage (voir les précisions dans la section Menaces et facteurs limitatifs).

Situé dans la région la plus densément peuplée du Québec, le fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents font face à des pressions très variées qui ont profondément modifié l'habitat depuis les 150 dernières années. Le secteur du Saint-Laurent actuellement fréquenté par le chevalier cuivré est encore relativement peu fragmenté. Selon les secteurs, le développement urbain, industriel et même les activités agricoles contribuent à la dégradation de l'habitat.

Rivière Yamaska et rivière Noire

En 1996, 43 % (207 041 ha) de la superficie totale du bassin versant de la rivière Yamaska était en culture. En 2006, la superficie était de 47 % (224 894 ha). Depuis 1976, les cultures à grand interligne, plus polluantes, sont en croissance et ont atteint, en 2006, une proportion de 66 % des cultures, pour occuper 31 % du territoire. Le nombre d'unités animales suit des tendances similaires. En 2006, le nombre d'unités animales était de 317 892, principalement composé de porcs (57 %) et de bovins (29 %) alors qu'en 1976, le nombre d'unités était de 233 104 (Berryman, 2008; Primeau *et al.*, 1999).

Malgré des initiatives d'assainissement urbain, qui ont permis d'améliorer la qualité de l'eau notamment en ce qui a trait au phosphore et aux coliformes fécaux depuis les années 1980, la rivière Yamaska figure parmi les rivières ayant le plus besoin de mesures d'assainissement pour que soit respecté le critère de concentration de phosphore permettant de prévenir l'eutrophisation. De 1998 à 2005, la concentration médiane de phosphore à l'embouchure a été évaluée à 99 µg/L, ce qui constitue une nette amélioration par rapport aux valeurs enregistrées entre 1979 et 1987 (220 µg/L), mais demeure trois fois plus élevé que le critère de protection contre l'eutrophisation des cours d'eau (30 µg/L). La charge totale moyenne annuelle de phosphore transportée par la rivière Yamaska entre 2001 et 2003 (310 tonnes/an) dépasse grandement la charge totale maximale admissible, qui est évaluée à 65,2 tonnes annuellement. Les apports de phosphore d'origine agricole comptent pour 67 %, alors que près de 25 % des apports sont d'origine urbaine (sources ponctuelles et diffuses). Les charges d'azote total estimées entre 2001 et 2003 (7 854 tonnes/an) dépassent

également les charges maximales admissibles pour que les critères relatifs à la qualité de l'eau soient respectés (2 174 tonnes/an) (Berryman, 2008; Gangbazo et Le Page, 2005; Gangbazo *et al.*, 2005).

Dans plusieurs secteurs de la rivière Yamaska, la situation a été jugée préoccupante sur le plan de la contamination par des substances toxiques durant les années 1990 (Berryman et Nadeau, 1998, 1999). Les concentrations médianes en BPC, dioxines et furanes chlorés et HAP mesurées dans la rivière Yamaska à la hauteur de Saint-Hyacinthe entre 2001 et 2003 respectaient les normes pour l'eau potable, mais étaient au-delà des critères de qualité de l'eau établis pour la protection de la vie aquatique. Les concentrations de nonylphénols éthoxylés, perturbateurs endocriniens reconnus, étaient élevées elles aussi et dépassaient les normes à l'occasion, surtout en hiver (Berryman, 2008).

Dans la rivière Yamaska, les cotes les moins élevées (moyenne et faible) des indices qui décrivent l'intégrité des communautés benthiques (IBGN) et ichtyologiques (IIB) ont été obtenues dans le tronçon historiquement fréquenté par le chevalier cuivré. La situation est légèrement meilleure dans la rivière Noire, où l'intégrité de l'écosystème, comme le montrent ces deux indices, est jugée moyenne à excellente dans le secteur où l'espèce y a déjà été trouvée (La Violette, 1999; Saint-Onge, 1999). Les évaluations de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP) et de l'indice des diatomées de l'est du Canada (IDEC), réalisées entre 2001 et 2003 dans ces secteurs des rivières Yamaska et Noire, montrent des cotes très mauvaises ou mauvaises (Berryman, 2008).

Rivière Richelieu et ses affluents

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, la superficie des sols cultivés s'est accrue de 10 % de 1979 à 1991. Durant cette période, d'importantes modifications dans la composition du cheptel sont survenues, dont une diminution du nombre de bovins et une augmentation du nombre de porcs et de volailles. Ces changements ont eu des répercussions sur le type de culture à l'échelle du bassin versant : le territoire voué aux cultures sur sol nu à grand interligne (majoritairement le maïs) a augmenté de 150 % alors que ceux utilisés pour les autres céréales et les cultures fourragères ont chuté respectivement de 28 % et de 38 % (Simoneau, 1993). En 1995, la superficie totale cultivée était de 141 176 hectares (Piché et Simoneau, 1998) et en 2006, les activités agricoles occupaient 167 630 hectares, soit près de 70 % du bassin versant. Les cultures à grand interligne (maïs), lesquelles nécessitent de grandes quantités de pesticides et d'engrais, représentent maintenant 78 % des hectares cultivés. Malgré une légère diminution du nombre d'exploitations, une hausse de 23 % du nombre d'unités animales, principalement des porcs, a été enregistrée entre 2001 et 2006; le nombre d'unités animales est estimé à 84 383, soit environ 49 % de bovins, 39 % de porcs et près de 10 % de volaille (Simoneau et Thibault, 2009).

D'après les données sur le phosphore enregistrées entre 2001 et 2003, la charge totale moyenne annuelle de phosphore transporté par la rivière Richelieu (391 tonnes/an) excède la charge totale maximale admissible (346 tonnes/an) pour prévenir l'eutrophisation (Gangbazo et Le Page, 2005; Gangbazo *et al.*, 2005). Simoneau et Thibault (2009) estiment que 50 % des apports sont d'origine agricole. L'évaluation de l'intégrité de l'écosystème reposant sur la composition des communautés benthiques (IBGN) et ichtyologiques (IIB) montre que la rivière Richelieu est cotée moyenne ou faible sur près des trois quarts de son parcours. Une diminution importante de l'IBGN de même qu'une baisse notable des espèces benthiques polluosensibles ont été enregistrées à l'exutoire du bassin de Chambly, en aval des rivières des Hurons et l'Acadie (affluents agricoles). L'IIB montre que le secteur compris entre Saint-Marc-sur-Richelieu et Saint-Ours est l'un des plus dégradés de la rivière. L'augmentation des pressions urbaines, industrielles et agricoles est en cause (Piché, 1998; Saint-Jacques, 1998).

Les évaluations de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP) et de l'indice des diatomées de l'est du Canada (IDEC) réalisées entre 2001 et 2003 montrent aussi que l'état des écosystèmes aquatiques est encore plutôt précaire à l'intérieur du bassin versant de la rivière Richelieu, et ce, malgré les initiatives d'assainissement agricole mises de l'avant (Simoneau et Thibault, 2009). Des cotes mauvaises ont été obtenues pour l'IDEC à Saint-Charles-sur-Richelieu et à Sorel, et l'IQBP a affiché des cotes satisfaisante ou douteuse entre 2001 et 2003, et douteuse ou mauvaise entre 2005 et 2007, respectivement, dans les mêmes municipalités. D'après Simoneau et Thibault (2009), les évaluations plus positives de la qualité de l'eau obtenues avec l'IQBP par rapport à l'IDEC s'expliquent par le fait que le premier indice ne tient pas compte de certains pesticides ni d'autres substances toxiques susceptibles de nuire aux organismes et de modifier les communautés biologiques.

Dans la rivière Richelieu, tout comme dans plusieurs secteurs de la rivière Yamaska, la situation est jugée préoccupante sur le plan de la contamination par des substances toxiques (Berryman et Nadeau, 1998, 1999). Plusieurs pesticides (une dizaine) ont été détectés dans le cours principal de la rivière Richelieu en 1998 et en 1999, dont l'atrazine et le métolachlore. Même si, dans la plupart des cas, les lignes directrices sur la qualité de l'eau n'ont pas été dépassées, la présence simultanée de ces pesticides est jugée préoccupante. Les concentrations de certaines substances toxiques d'origine urbaine et industrielle, estimées entre 2001 et 2003 dans les eaux de surface à l'embouchure de la rivière Richelieu, montrent que les concentrations médianes de BPC et de dioxines et furanes chlorés excèdent les lignes directrices sur la qualité de l'eau pour la protection de la faune terrestre piscivore et pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques, alors que les teneurs en HAP enregistrées respectent les normes. Exception faite de l'aluminium, les valeurs médianes des concentrations d'une vingtaine de métaux mesurées à l'embouchure de la rivière Richelieu en 2004 et 2005 respectaient les critères de qualité des eaux de surface (Simoneau et Thibault, 2009).

Les rivières des Hurons et l'Acadie sont les deux principaux affluents de la rivière Richelieu. La première se déverse dans le bassin de Chambly, près du secteur de fraye du chevalier cuivré, et la seconde se jette immédiatement à la sortie du bassin de Chambly. Ces deux cours d'eau drainent des territoires fortement agricoles et connaissent des étiages marqués en été. Peu importe l'indice retenu (IQBP ou IDEC), les cotes obtenues depuis la fin des années 1990 indiquent une eau de très mauvaise qualité dans ces rivières et les plus récentes évaluations ne montrent aucune amélioration. Le nombre de pesticides enregistrés et leur concentration dans les eaux à l'embouchure des rivières des Hurons et l'Acadie sont plus élevés que dans le cours principal de la rivière Richelieu. Jusqu'à 29 pesticides, dont l'atrazine, le métolachlore, le bentazone et le dicamba, ont été détectés dans la rivière des Hurons entre 2002 et 2004. Même si les concentrations de certains, dont l'atrazine et quelques insecticides, dépassaient les lignes directrices sur la qualité de l'eau dans la rivière des Hurons, elles étaient à la baisse par rapport aux années antérieures. Les mêmes substances ont été détectées dans la rivière l'Acadie, mais aucun dépassement des lignes directrices n'a été enregistré (Giroux *et al.*, 2006; Simoneau et Thibault, 2009). Au cours de la période de 2008 à 2010, le nombre de pesticides détectés dans la rivière des Hurons a été similaire et les évaluations ne montrent pas d'amélioration sur le plan de la contamination par des substances toxiques par rapport à la période de référence précédente (2005-2007). Le métolachlore, l'atrazine, le bentazone figurent encore parmi les produits le plus fréquemment détectés, auxquels s'ajoutent quelques autres herbicides, dont le glyphosate, l'imazéthapyr et le flumetsulame. La fréquence de détection de plusieurs herbicides a augmenté. De 2008 à 2010, de 10 % à 19 % des échantillons ont affiché un dépassement des lignes directrices sur la qualité de l'eau (critère de vie aquatique chronique [CVAC]). Les produits pour lesquels des dépassements ont été enregistrés sont l'atrazine et les insecticides chlorpyrifos, carbaryl, carbofuran, diazinon et azinphos-méthyl (Giroux et Pelletier, 2012).

Fleuve Saint-Laurent

Dans le fleuve Saint-Laurent, les pressions agricoles, bien que présentes, sont moins importantes. L'urbanisation et les pratiques qui y sont associées de même que les activités industrielles ont toutefois des effets négatifs sur les écosystèmes du Saint-Laurent. Au Québec, l'étalement urbain est manifeste depuis quelques décennies, et la région des basses terres du Saint-Laurent et des Grands Lacs est la plus industrialisée au pays (Bernier *et al.*, 1998). Depuis les années 1970, d'importantes mesures d'assainissement ont été mises de l'avant. Ces mesures, qui s'adressaient tant aux activités municipales qu'industrielles, ont permis d'améliorer la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent en diminuant la contamination d'origine bactériologique ainsi que les rejets de matières organiques et de matières en suspension (Hébert et Belley, 2005). L'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) montre que le pourcentage de stations, où la qualité de l'eau est bonne ou satisfaisante, a toujours été supérieur à 65 % de 1995 à 2002, mais inférieur à 33 % entre 2003 et 2005. Ces changements seraient liés à une augmentation généralisée de la turbidité dans le fleuve Saint-Laurent ainsi qu'à une hausse des concentrations de matières en suspension et de phosphore dans les secteurs en aval du lac Saint-Pierre. Ils

résulteraient de modifications du régime d'écoulement du fleuve ainsi que d'un accroissement des processus d'érosion (Hébert, 2006).

Une première évaluation de l'intégrité biotique du fleuve Saint-Laurent au moyen de l'IIB montre que l'écosystème est passablement dégradé (La Violette *et al.*, 2003). Les valeurs, estimées d'après les deux premiers cycles du RSI, montrent que l'état de santé des communautés de poissons est faible à moyen dans le fleuve Saint-Laurent (Mingelbier *et al.*, 2008).

Les tendances à la baisse des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent ainsi que l'accélération de l'érosion des rives liée au batillage, résultant de l'augmentation de l'achalandage par les navires commerciaux et les plaisanciers, perturbent aussi les écosystèmes aquatiques. Depuis une vingtaine d'années, les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent sont en baisse et les étiages sont de plus en plus marqués. Pour nombre d'espèces, dont le chevalier cuivré, cela représente des pertes d'habitats (frayères, aires d'alimentation et d'alevinage) tant sur le plan de la quantité que de la qualité. Plusieurs processus biologiques dépendent de synchronismes subtils entre les niveaux d'eau, la température et le débit (Robichaud et Drolet, 1998). Les effets de ces changements sur le chevalier cuivré ne sont pas connus.

BIOLOGIE

En dépit de l'extrême rareté du chevalier cuivré, beaucoup de connaissances ont été acquises au cours des dernières décennies. Une grande partie de cette information provient de rapports techniques, dont certains découlent de la réalisation d'activités de rétablissement. Quelques articles ont aussi été publiés dans des périodiques scientifiques, notamment sur la biologie, la reproduction artificielle, la caractérisation génétique et l'écotoxicologie de l'espèce.

Cycle vital et reproduction

Reproduction en milieu naturel

Le chevalier cuivré vit plus d'une trentaine d'années (de Lafontaine *et al.*, 2002a) et atteint une taille considérable. La taille (longueur totale) des géniteurs est généralement supérieure à 500 mm (Mongeau *et al.*, 1986, 1992) bien que, selon Jenkins (1970), les mâles puissent se reproduire lorsqu'ils ont atteint 475 mm. La maturité sexuelle est atteinte au début de la dixième année chez les deux sexes; la durée de la vie reproductive serait ainsi d'au moins une vingtaine d'années. La durée de génération naturelle de l'espèce serait d'une vingtaine d'années. Toutefois, d'après les récentes observations, notamment au cours des activités de reproduction artificielle, qui témoignent manifestement d'un vieillissement de la population, l'âge moyen des reproducteurs serait vraisemblablement autour de 25 ans actuellement (voir aussi la section Reproduction artificielle, élevage et ensemencements).

Chez 12 femelles capturées en 1984 dans le bassin de Chambly, mesurant de 547 à 690 mm de longueur totale (LT), la fécondité variait de 34 900 à 111 860 œufs. Celle d'une femelle de 2 kg est de l'ordre de 32 750 œufs (Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Des résultats similaires ont été obtenus chez 32 génitrices utilisées dans le cadre des activités de reproduction artificielle en 2008 et en 2009. Chez ces femelles, dont la taille (LT) variait de 551 à 711 mm et le poids de 2,4 à 5,8 kg, la fécondité a été estimée à environ 20 000 œufs par kg. Elles ont produit au total entre 24 500 et 197 200 œufs (N. Vachon, MDDEFP, données inédites). Le nombre d'œufs produits et le diamètre des œufs libérés présentent une corrélation positive avec le poids des génitrices (Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1995; Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Généralement, un rapport des sexes en faveur des mâles est observé sur les sites de reproduction, ce qui semble indiquer qu'ils se déplacent avant les femelles vers les frayères ou qu'ils seraient plus actifs (Branchaud *et al.*, 1993, 1995). Les travaux de reproduction artificielle entrepris depuis 2004 ne démontrent toutefois pas de tendance claire à cet égard (N. Vachon, MDDEFP, données inédites; Leclerc et Vachon, 2008). Comme cela a été rapporté pour d'autres *Moxostoma*, les chevaliers cuivrés effectuent des sauts hors de l'eau durant la période de reproduction. Ce comportement, qui a été observé directement sur les sites de fraye ou à proximité de ces derniers, sert d'indicateur de l'activité de reproduction (Dumont *et al.*, 1997; Vachon et Chagnon, 2004).

La fraye débute vers la dernière semaine de juin et peut se poursuivre jusqu'à la première semaine de juillet, période durant laquelle la température de l'eau varie de 18 à 26 °C. Bien que certains travaux donnent à penser que les activités de reproduction puissent avoir lieu la nuit, il appert que le niveau d'activité des géniteurs diminue vers la fin de la soirée jusqu'au lever du soleil (Boulet *et al.*, 1995; Dumont *et al.*, 1997; La Haye *et al.*, 1992; Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Les travaux de reproduction artificielle (voir les précisions dans la section Physiologie et adaptabilité) confirment que les géniteurs sont aussi actifs le jour, surtout en après-midi, moment où la plus grande proportion des captures de géniteurs survient et où quelques femelles en pleine ovulation ont été capturées. De 2004 à 2012, les activités de reproduction artificielle se sont déroulées entre le 10 et le 29 juin, période durant laquelle la température de l'eau variait de 19,2 à 23,3 °C (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

Les œufs, dont le diamètre varie de 2,81 à 3,42 mm, sont non adhésifs et jaune orangé. À une température constante de 20 °C, l'éclosion survient après 89 à 127 degrés-jours, avec un maximum se situant autour de 108 à 110 degrés-jours, ce qui représente de 4,5 à 6,5 jours d'incubation. À l'éclosion, les larves vésiculées mesurent en moyenne 9,09 mm. Au début de l'alimentation exogène, moment où la résorption du sac vitellin est pratiquement terminée, la taille moyenne des larves est de 13,11 mm. Cette étape importante survient généralement 15 jours après la fécondation. L'émergence des larves (début du comportement natatoire) a été observée 12 à 16 jours après la fécondation, avec un maximum d'activité après 15 jours (Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995).

Croissance

Chez le chevalier cuivré, le taux de croissance en longueur et en poids est généralement élevé comparativement à ses congénères. Aucune différence sur le plan de la croissance n'a été mise en évidence entre les sexes. Les femelles sont généralement plus corpulentes que les mâles. D'après les résultats obtenus par rétrocalculs, un chevalier cuivré mesure en moyenne 370, 550 et 670 mm à 5, 10 et 20 ans, respectivement (Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Jusqu'à présent, le plus grand spécimen recensé mesure 780 mm (Vachon et Chagnon, 2004). L'individu le plus lourd est une femelle de 711 mm pesant 6,14 kg, capturée en juin 2005 dans la rivière Richelieu (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

À l'automne, la taille moyenne des jeunes chevaliers de l'année dans la rivière Richelieu correspond à la séquence temporelle de la fraye des différentes espèces. La taille des jeunes de l'année est étroitement reliée au nombre de degrés-jours cumulés au-dessus de 10 °C durant la saison de croissance, qui se termine au plus tard vers la fin du mois de septembre, et ce, même si l'automne est tardif. La longueur totale moyenne des jeunes chevaliers cuivrés de l'année d'origine naturelle capturés de septembre à novembre variait de 37,5 à 48,5 mm (moyenne de 41,6 mm). Ces derniers sont plus vulnérables que leurs congénères à la mortalité hivernale en raison de leur petite taille. À la même période en 1999 et en 2001, la taille moyenne des jeunes de l'année était supérieure à 57 mm chez les quatre autres espèces de chevaliers. Les jeunes chevaliers rouges et blancs de l'année mesuraient en moyenne entre 72 et 83 mm (Vachon, 1999ab, 2002). L'hypothèse d'une mortalité sélective hivernale selon la taille qui toucherait davantage le chevalier cuivré n'a jamais pu être démontrée, mais elle ne peut être exclue (Vachon, 1999a).

Survie

La population de chevaliers cuivrés est vieillissante. Cela résulterait de problèmes de recrutement découlant du faible succès de reproduction (Branchaud *et al.*, 1993, 1995; Boulet *et al.*, 1995, 1996; La Haye *et al.*, 1992; Vachon et Chagnon, 2004). Le déplacement des profils de distribution de taille vers les valeurs supérieures, entre 1942 et 2001, est évident et statistiquement significatif (figure 7). D'autres exemples indiquent également la présence d'une proportion élevée d'individus âgés dans la population et d'un très faible niveau de recrutement naturel (voir aussi la section Reproduction artificielle, élevage et ensemencements). Au printemps 2003, la longueur moyenne des chevaliers cuivrés capturés dans le secteur de Lavaltrie-Contrecœur était de 646 mm; 90 % de ces spécimens mesuraient 620 mm et plus (Chagnon, 2003). La longueur des individus recensés dans la passe migratoire (rivière Richelieu) en 2002 et en 2003 était supérieure à 600 mm (Fleury et Desrochers, 2003, 2004). Sur les 36 individus ayant fait partie des études de télémétrie en 2004 et en 2007 (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009), un seul mesurait moins de 500 mm, 8 % mesuraient entre 500 et 599 mm et 89 % avaient une taille supérieure ou égale à 600 mm.

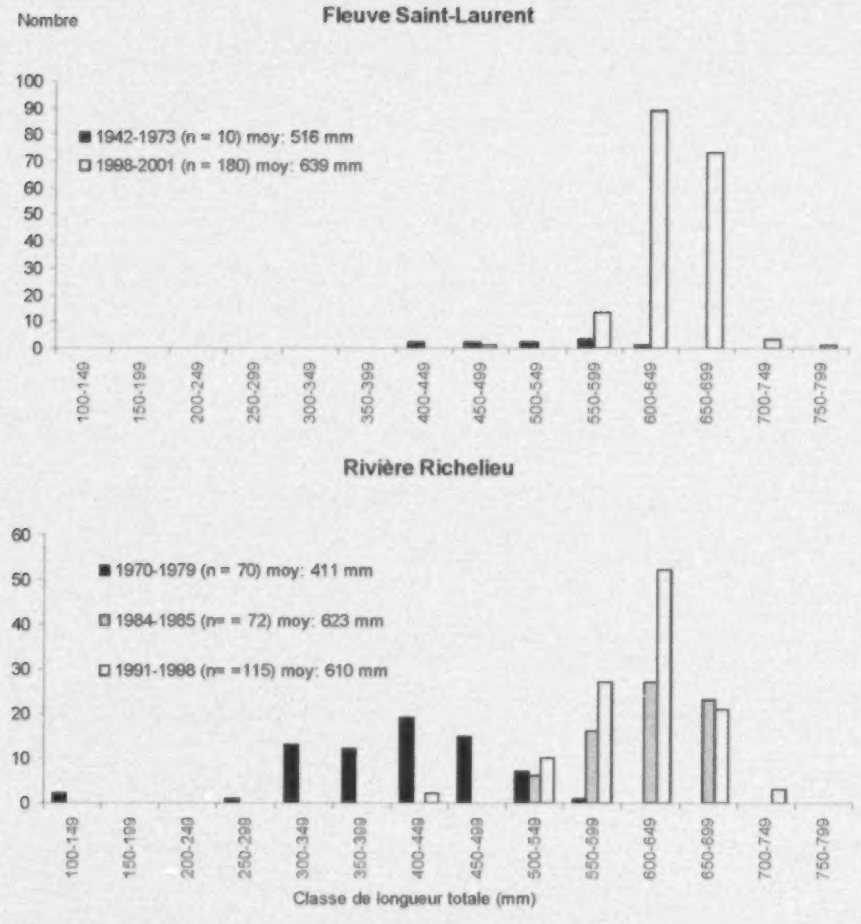


Figure 7. Distribution des fréquences de taille des chevaliers cuivrés dans le fleuve Saint-Laurent et la rivière Richelieu de 1942 à 2001 (adaptation de Vachon et Chagnon, 2004).

La manipulation des spécimens lors des travaux de reproduction artificielle montre aussi que les spécimens sont âgés. Comme ce fut le cas entre 1993 et 1995, où les premiers essais de reproduction artificielle ont été réalisés (voir les précisions dans la section Physiologie et adaptabilité), la plus grande proportion des individus capturés (60 à 80 %), qu'ils aient été utilisés ou non pour le programme de reproduction artificielle, était constituée de spécimens mesurant 600 mm ou plus. La comparaison entre trois périodes de reproduction artificielle, marquées par une interruption en 2010 et en 2011, montre une légère baisse de la proportion d'individus de 600 mm et plus, ce qui peut être considéré comme encourageant (figure 8).

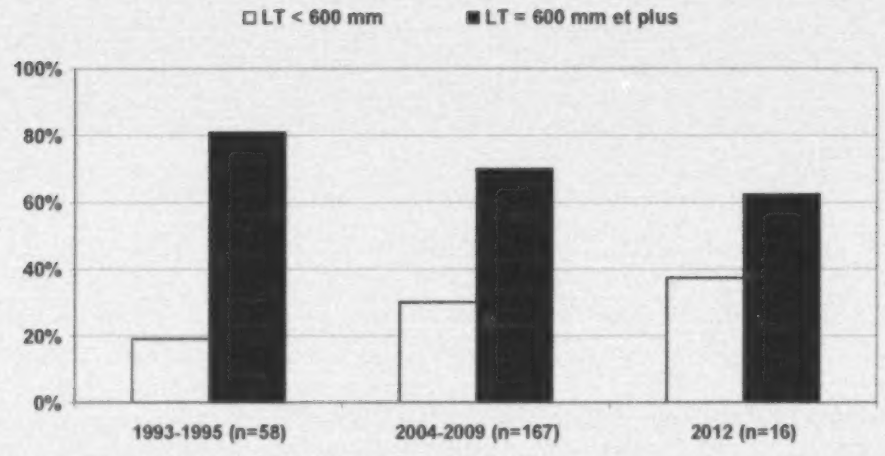


Figure 8. Proportion (%),par groupe de taille, des chevaliers cuivrés manipulés durant les années où les activités de reproduction artificielle ont été réalisées.

La capture de chevaliers cuivrés immatures (LT < 500 mm) demeure marginale. Seulement cinq dont la taille variait entre 400 et 499 mm ont été recensés dans le cadre des activités de reproduction artificielle, dont un en 1994 et quatre entre 2004 et 2011. D'autres indices montrent également la situation précaire de la population et du stock de géniteurs. Un rapport publié après six années d'activité de reproduction artificielle (2004 à 2008) ainsi que l'analyse de données de 2009 révèlent un taux relativement élevé de recapture des géniteurs (mâles et femelles), soit de 10,7 % en 2005, de 8,3 % en 2007, de 25 % en 2008 et de 11,4 % en 2009.

D'autre part, la capture de juvéniles de plus de 100 mm est pratiquement nulle depuis 40 ans (Vachon et Chagnon, 2004 et MDDEFP, données inédites). Les deux seuls spécimens sauvages dont la taille (LT) était comprise entre 100 et 150 mm (âge 1+) ont été capturés en 1974 dans la rivière Richelieu (Mongeau *et al.*, 1986). En 2004, un chevalier cuivré d'origine naturelle (LT = 244 mm, âge 2+) a été capturé dans la rivière Richelieu (Vachon, 2007b). Les deux seules autres mentions de spécimens de cette gamme de taille remontent à 1970, dans la rivière Richelieu (Mongeau *et al.*, 1979a). Aucun chevalier cuivré appartenant à la classe de taille 150 à 199 mm n'a jamais été recensé. Ces données montrent principalement le très faible succès de reproduction du chevalier cuivré puisque d'autres espèces de chevaliers de cette même gamme de taille peuvent être capturées avec des techniques et des engins de pêche similaires.

Physiologie et adaptabilité

Reproduction artificielle, élevage et ensemencements

Les premiers essais de reproduction artificielle et d'élevage du chevalier cuivré ont été entrepris au début des années 1990. L'espèce a pu être reproduite artificiellement avec succès, mais l'induction hormonale a dû être utilisée (Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995). Au cours de ces travaux, des géniteurs ont été gardés plusieurs jours dans des bassins. Quelques spécimens adultes ont également séjourné plusieurs mois, voire quelques années, en aquarium. La manipulation des géniteurs doit toutefois se faire avec beaucoup de précautions étant donné qu'ils montrent d'importantes réactions de stress à la capture (Branchaud et Gendron, 1993). La garde en captivité à long terme des adultes s'est cependant révélée difficile. La plupart des spécimens sont morts (Dumont *et al.*, 1997; Dumont, comm. pers. 2003).

En 1994, des jeunes ont été élevés en circuit semi-fermé à la station piscicole de Tadoussac ainsi que dans un petit étang expérimental (Branchaud *et al.*, 1995; Turgeon, 1995). Le taux de survie des larves a été d'environ 23 % en étang fertilisé et de 87 % à la station piscicole de Tadoussac. Les larves et les juvéniles se nourrissent d'aliments tant artificiels que naturels (Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995; Turgeon, 1995). Bien que les expériences d'élevage aient été encourageantes en 1994, des correctifs ont dû être apportés compte tenu du taux de croissance faible (en moyenne de 22,8 mm de longueur après 91 jours d'élevage) et de la prévalence élevée des scolioses observée chez les individus produits en circuit semi-fermé à Tadoussac. En 1995 et en 1996, l'élevage en étang fertilisé à la station piscicole de Baldwin Mills a été préconisé. L'amélioration des techniques d'élevage a permis de produire des fretins plus gros à l'automne (taille moyenne de 42 mm) et les problèmes de déformations ont été corrigés (Branchaud et Fortin, 1998; Dumont *et al.*, 1997; Dumont, comm. pers. 2003).

À la suite de ces essais, quelque 100 000 fretins ont été ensemencés, à titre expérimental, dans la rivière Richelieu durant les automnes 1994 à 1996. La survie des spécimens ensemencés à l'automne 1994 était très improbable puisqu'ils étaient de très petite taille (moyenne : 22,8 mm) et en mauvais état (maigres). En 1995, quelque 40 000 œufs fécondés ont été déversés dans les rapides de Chambly, 35 000 alevins vésiculés ont été élevés à Baldwin Mills et environ 21 000 fretins de plus grande taille (moyenne : 42 mm) ont été ensemencés dans la rivière Richelieu à l'automne (Branchaud *et al.*, 1995; Branchaud et Fortin, 1998; Dumont *et al.*, 1997; Dumont, comm. pers. 2003). Exception faite d'un spécimen capturé en 1997 dont l'origine est inconnue (Vachon, 1999a), aucun chevalier cuivré susceptible d'avoir été ensemencé n'a été retrouvé (Boulet *et al.*, 1995). Cette absence de recapture ne peut cependant être interprétée comme un échec puisqu'il est souvent difficile de faire le suivi des poissons de petite taille remis dans leur milieu naturel. Leur dispersion diminue en effet grandement les chances de recapture (Boulet *et al.*, 1995).

Des travaux portant sur les jeunes de l'année et un suivi subséquent du recrutement dans la rivière Richelieu réalisés en septembre 1998, 1999 et 2001 (secteur Saint-Marc-sur-Richelieu) ont montré que l'abondance relative du chevalier cuivré par rapport à celle de ses congénères était inférieure ou égale à 0,35 %. Alors qu'entre 1998 et 2001, un seul jeune chevalier cuivré de l'année a été capturé chaque année, aucun n'a été capturé dans le cadre de tentatives similaires en 2003 (Vachon, 1999ab, 2002, 2007b). En 1997, malgré des pêches beaucoup plus intensives qui couvraient un plus grand secteur de la rivière Richelieu, les résultats n'étaient guère meilleurs; l'abondance relative des chevaliers cuivrés de l'année était de 0,63 % (Vachon, 1999a). Considérant le très faible succès de reproduction naturel observé, il est devenu évident que le taux de recrutement était insuffisant pour équilibrer la mortalité naturelle. Comme ces observations, associées aux constats de vieillissement de la population (voir plus haut), étaient très préoccupantes, des aménagements ont été réalisés spécifiquement pour l'élevage des chevaliers cuivrés et un plan de reproduction artificielle a été élaboré rapidement avant que la capture des géniteurs ne constitue un obstacle majeur à sa mise en œuvre.

Dès 2004, un programme de reproduction artificielle et d'ensemencement visant à reconstituer le stock reproducteur a été mis de l'avant. Ce programme, fondé sur des croisements factoriels faisant appel à dix mâles et à dix femelles annuellement, a pour objectif la production et l'ensemencement, chaque année, de 500 000 larves et de 15 000 fretins appartenant à 100 familles. La durée minimale du programme est de dix années consécutives, c'est-à-dire la période requise pour que soit atteint l'objectif de maintien de 90 % de la diversité génétique de la population existante sur un horizon de 100 ans (Bernatchez, 2004; Lippé *et al.*, 2006). Neuf étangs ont été aménagés à la station piscicole de Baldwin-Coaticook et sont réservés à l'élevage des chevaliers cuivrés. Ce programme constitue l'une des actions prioritaires inscrites dans les plans de rétablissement du chevalier cuivré depuis 2004 (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2005, 2012; MPO 2012).

De 2004 à 2009 et en 2012, les conditions étaient favorables à la réalisation de ces activités. Les géniteurs étaient gardés en captivité entre trois et neuf jours pendant ces opérations avant d'être relâchés sur le site de capture. En raison de conditions hydrologiques et climatiques extrêmes en 2010 (printemps hâtif, chaud et faible niveau d'eau) et en 2011 (crue historique de la rivière Richelieu), les géniteurs n'ont pu être capturés en nombre suffisant pour que les activités soient menées à terme (N. Vachon, MDDEFP, données inédites). De 2004 à 2012, près de 3 300 000 larves, 168 400 fretins d'automne et 86 juvéniles d'âge 1+ appartenant à 541 familles ont été ensemencés dans la rivière Richelieu. Le succès des opérations varie d'une année à l'autre selon le nombre de géniteurs, la qualité des gamètes et le taux de survie dans les étangs, lui-même tributaire des conditions climatiques qui prévalent en période estivale (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

Comme les mâles reproducteurs se faisaient de plus en plus rares (taux de recapture élevé depuis 2007 et abondance en déclin) et que l'asynchronie importante entre les mâles et les femelles lors de leur capture limitait les performances du plan de reproduction artificielle, des travaux visant l'élaboration de protocoles de cryoconservation de la laitance ont été amorcés. Les premiers essais ont été réalisés en 2012 et les résultats sont encourageants. Quelque 3 550 alevins de un an issus de laitance cryoconservée ont été ensemencés dans la rivière Richelieu en septembre 2013 (Vachon, 2010a, 2014; Vachon *et al.*, 2013a, 2014).

Le suivi du recrutement des chevaliers dans la rivière Richelieu constitue la principale approche retenue pour mesurer l'atteinte des objectifs de protection et de rétablissement de l'espèce. Cet échantillonnage, à la seine de rivage, est réalisé annuellement depuis 1999 (à quelques exceptions près) dans le secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu (près des îles Jeannotte et aux Cerfs) et dans le tronçon de la rivière Richelieu entre Saint-Ours et Sorel depuis 2008.

Depuis 2006, ces travaux sont complétés par des analyses génétiques permettant de déterminer l'origine (naturelle ou artificielle) des jeunes chevaliers et d'évaluer la diversité génétique des descendants. L'abondance relative des jeunes chevaliers cuivrés de l'année par rapport à ses congénères, enregistrée lors des suivis du recrutement dans le secteur Saint-Marc-sur-Richelieu, a été de 7,7 %, 27,6 %, 2,7 %, 25,4 % et de 2,4 % respectivement en 2004 et de 2006 à 2009. Aucun chevalier cuivré n'a été capturé dans ce secteur en 2010 et en 2011 (Vachon, 2007b, 2010a et données inédites). En 2004, la méthode de conservation ne permettait pas de déterminer l'origine des spécimens au moyen des analyses génétiques. Des analyses subséquentes montrent toutefois que la plupart des individus sont issus de la reproduction artificielle (Côté *et al.*, 2007 et 2010). Malgré l'ensemencement de larves et de juvéniles dans le secteur aval du barrage de Saint-Ours à partir de 2009 et la reprise des travaux de suivi du recrutement dans ce tronçon de rivière en 2008, aucun jeune chevalier cuivré de l'année n'y a été capturé, sauf en 2011, où un individu d'origine naturelle (LT = 35 mm) a été recensé parmi les 194 jeunes de l'année, toutes espèces de chevalier confondues, trouvés dans le secteur (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

La reproduction naturelle du chevalier cuivré dans la rivière Richelieu a été confirmée en 2006, 2008, 2009 par la capture de jeunes de l'année. Le niveau demeure toutefois extrêmement faible. Parmi tous les jeunes chevaliers cuivrés de l'année capturés de 2007 à 2009, le ratio de spécimens issus de la reproduction artificielle par rapport à la reproduction naturelle se situe autour de 9:1. Parmi les neuf jeunes de l'année d'origine naturelle recensés durant cette période, seulement trois étaient issus de deux parents ne figurant pas dans les banques de données génétiques. Ces résultats montrent que les géniteurs, tant mâles que femelles, survivent bien aux manipulations durant les activités de reproduction artificielle et sont en mesure de se reproduire naturellement même plusieurs années après une première capture. Ils sont par contre très préoccupants du fait qu'ils témoignent du très faible bassin de géniteurs dans la population actuelle (Côté *et al.*, 2007, 2010; Vachon,

2007b, 2010a et données inédites). Les travaux de suivi du recrutement des chevaliers dans la rivière Richelieu en 2010 et en 2011, années où il a été impossible de réaliser la reproduction artificielle, montrent encore le très faible niveau de reproduction naturelle du chevalier cuivré. Ces travaux ont conduit à la capture d'un seul jeune de l'année d'origine naturelle dans le secteur aval du barrage de Saint-Ours en 2011 (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

Le taux de survie des jeunes de l'année ensemencés à un âge plus avancé est inconnu, mais les suivis effectués révèlent plusieurs observations d'intérêt. Jusqu'à présent, la survie de jeunes ensemencés a été démontrée jusqu'à la deuxième année par la capture d'un spécimen d'âge 1+ en 2006 qui avait été produit artificiellement en 2005 ainsi que par la capture, en 2009, d'un juvénile d'âge 1+ (LT = 120 mm) ensemencé l'année précédente et d'un autre âgé de deux ans (LT = 243 mm, poids = 300 g) qui avait été ensemencé en 2007 (Côté *et al.*, 2007, 2010; Vachon, 2007b, 2010a). La survie de jeunes ensemencés au stade larvaire a aussi été démontrée en 2007 lorsque les larves et les jeunes fretins avaient été marqués à l'oxytétracycline (Beaulieu, 1996) de façon différente avant d'être ensemencés. Sur les 13 jeunes de l'année capturés à l'automne 2007, tous étaient issus de la reproduction artificielle, dont trois avait été ensemencés au stade larvaire (Brassard, 2008; Vachon, 2010a). Les analyses génétiques montrent que l'hétérozygotie ainsi que la richesse allélique sont comparables entre les géniteurs et les juvéniles, mais une légère perte de diversité allélique a été décelée (Côté *et al.*, 2010). Ces résultats sont encourageants, mais la survie au-delà de deux ans des spécimens ensemencés reste à démontrer. Comme dans le passé, la capture de subadultes, notamment d'individus âgés de deux à dix ans, est peu fréquente et les mesures plus ciblées prises en 2010 se sont révélées infructueuses (N. Vachon, MDDEFP, données inédites).

Un examen de la littérature a permis de montrer que plusieurs Catostomidés présentent un certain niveau de fidélité au site de fraye (Vachon, 2010c). Les connaissances actuelles ainsi que les observations faites au cours des opérations de reproduction artificielle tendent aussi à démontrer que le chevalier cuivré présente un comportement similaire et il est possible que les individus ensemencés aient le même comportement (Vachon, 2010a). Modde *et al.* (2005) ont d'ailleurs fait état de ce comportement de fidélité au site de fraye chez une autre espèce de la même famille, *Xyrauchen texanus*, au moyen d'une étude télémétrique portant sur des individus ensemencés d'origine naturelle et produits artificiellement. Les travaux de reproduction artificielle et les suivis de la population qui auront cours dans les années qui suivent seront déterminants pour la démonstration de ce comportement. Des résultats plus concrets sont attendus d'ici cinq à dix ans (Vachon, 2010a, c).

Écotoxicologie

Une étude des profils de contamination de sept chevaliers cuivrés, âgés de 9 à 33 ans, morts accidentellement dans le bief aval du barrage de Saint-Ours, révèle que le niveau de contamination du foie, des gonades et des muscles par des substances bioaccumulables (mercure, métaux traces, congénères de BPC, dioxines et furanes)

est comparable ou parfois même inférieur à celui enregistré chez d'autres Catostomidés plus jeunes des bassins de la rivière Yamaska et de la rivière Richelieu. Les concentrations trouvées sont inférieures à celles reconnues pour nuire aux processus de reproduction ou avoir une incidence sur la survie des œufs et du frai chez les poissons (de Lafontaine *et al.*, 2002a).

Ces résultats n'excluent toutefois pas la possibilité que d'autres contaminants, qui ne s'accumulent pas dans l'organisme, comme certains pesticides, perturbent les processus de reproduction. D'après les observations effectuées dans le cadre des essais de reproduction artificielle, il apparaît que, même si la croissance et le développement initial des gonades s'effectuent normalement, des difficultés surviennent, particulièrement chez les femelles, au cours des étapes ultérieures de la maturation ainsi qu'au moment de la libération des gamètes. En effet, aucune des femelles capturées en pleine période de reproduction ne libérait ses œufs par légère pression abdominale et très peu de mâles seulement étaient coulants (Branchaud et Gendron, 1993; Branchaud *et al.*, 1993, 1995). Au cours des activités de reproduction artificielle entreprises depuis 2004, quelques femelles en pleine ovulation et quelques mâles coulants ont cependant été capturés (N. Vachon, MDDEFP, données inédites). L'hypothèse selon laquelle des désordres physiologiques nuisant au processus de maturation finale des gamètes seraient d'origine toxicologique a fait l'objet d'une vaste revue de littérature par Gendron et Branchaud (1997). Ces derniers estiment que les métabolites des alkylphénols polyéthoxylates (APE) seraient susceptibles de nuire au processus de maturation finale des gamètes chez le chevalier cuivré (perturbateurs endocriniens) et que l'atrazine et d'autres pesticides (ex. diazinon et carbofuran) pourraient brouiller les facultés olfactives des géniteurs, ce qui affecterait la perception des phéromones, substances contribuant à synchroniser la maturation des gamètes chez les deux sexes ainsi que leur comportement de fraye. Compte tenu de la présence de ces contaminants dans la rivière Richelieu, particulièrement durant la période de reproduction du chevalier cuivré, l'hypothèse est plausible (Gendron et Branchaud, 1997).

Plus récemment, des travaux ayant pour objectifs de vérifier certains volets de l'hypothèse des perturbateurs endocriniens et de développer l'expertise et les techniques de dosage de la vitellogénine dans le plasma et le mucus chez les Catostomidés ont été réalisés à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML). Des essais ont été effectués sur le chevalier rouge et quelques chevaliers cuivrés issus des premiers essais de reproduction artificielle et gardés en captivité au Biodôme de Montréal. Les résultats se sont révélés très prometteurs, notamment en ce qui concerne le dosage de la vitellogénine dans le mucus, une méthode non invasive (Maltais et Roy, 2007, 2009; Maltais, *et al.*, 2010). Depuis 2010, des prélèvements ont été faits chez des géniteurs issus du milieu naturel, dont le chevalier blanc et le chevalier cuivré, de même que durant les activités de reproduction artificielle du chevalier cuivré. Le dosage de la vitellogénine dans les échantillons de mucus de géniteurs de chevaliers cuivrés et de chevaliers blancs est en cours et ces travaux sont complétés par l'examen histologique des gonades des chevaliers blancs (IML et MDDEFP, études en cours).

Déplacements et dispersion

Une première étude télémétrique sur le chevalier cuivré adulte a été réalisée en 2004 lorsque 20 spécimens (11 mâles et 9 femelles) ont été capturés dans le fleuve Saint-Laurent (secteur Lavaltrie-Contrecœur) et à la passe migratoire Vianney-Legendre (rivière Richelieu) d'avril à juin et ont été munis d'émetteurs internes ou externes. Le suivi a été fait du 27 avril au 26 novembre 2004 en bateau, à l'occasion en aéronef ainsi qu'à l'aide d'une station fixe installée au barrage Vianney-Legendre. Au total, 618 localisations télémétriques ont été enregistrées (Gariépy, 2008). Une seconde étude a été menée en 2007 et 2008 afin de compléter les renseignements sur les déplacements et l'utilisation de l'habitat, entre autres durant la saison hivernale, période qui n'avait pas été couverte par l'étude précédente. Seize spécimens (sept mâles, huit femelles et un de sexe indéterminé) capturés à la passe migratoire Vianney-Legendre au printemps 2007 ont été munis d'un émetteur interne. Onze spécimens ont pu faire l'objet d'un suivi satisfaisant d'octobre 2007 à août 2008. Ces travaux ont généré 803 localisations télémétriques dont 174 à l'automne, 230 à l'hiver et 191 au printemps (Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites). Pour effectuer l'analyse de sélection d'habitat, 12 paramètres de caractérisation de l'habitat ont été évalués à tous les sites de localisation télémétrique ainsi qu'à plusieurs stations non utilisées sélectionnées au hasard, soit 278 en 2004 et 283 en 2007 et 2008.

Le chevalier cuivré est un migrateur. Durant les déplacements avant et après la fraye, qui ont lieu en grande partie d'avril à juin, les individus peuvent parcourir des distances de 43 à 138 km. La distance moyenne quotidienne parcourue est plus élevée au printemps (0,93 km/jour); elle est de 0,13, de 0,55 et de 0,17 km/jour respectivement à l'été, à l'automne et à l'hiver (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites).

La dispersion des jeunes s'effectue par dérive des larves après l'éclosion. Celles-ci sont réparties le long de la rivière. Les alevins vésiculés et les juvéniles demeurent par la suite associés aux herbiers littoraux durant leur première saison de croissance et au moins au début de la deuxième. À l'automne, particulièrement lorsque la température de l'eau est inférieure à 12 °C, les jeunes de l'année quittent les rives pour des endroits où l'eau est plus profonde (Vachon, 1999a). Ces observations concordent avec celles qui ont été faites durant les expériences sur le comportement des chevaliers aux stades juvéniles menées en 1996, qui montrent qu'à des températures automnales (7,5 °C), les jeunes chevaliers cuivrés de l'année manifestent une nette préférence pour des substrats plus grossiers, alors qu'un tel comportement n'a pas été observé à des températures de 21 °C (Branchaud et Fortin, 1998).

Alimentation et relations interspécifiques

Chez l'adulte, le régime alimentaire est spécialisé et repose presque essentiellement sur les mollusques (plus de 90 % en nombre). Dans les cours d'eau de la plaine du Saint-Laurent, plusieurs autres espèces consomment des mollusques (c'est le cas du chevalier de rivière), mais aucune de façon aussi exclusive (Mongeau

et al., 1986, 1992). La conformation particulière de son appareil pharyngien est d'ailleurs tout à fait adaptée au broyage (Eastman, 1977; Jenkins, 1970; Mongeau *et al.*, 1986). Il y a très peu de chevauchement entre le régime alimentaire du chevalier cuivré et celui des autres espèces. Les taxons le plus fréquemment trouvés dans le tractus digestif du chevalier cuivré sont les *Unionidae*, les *Sphaeriidae* et les *Amnicolidae*, et ce, dans l'ensemble de son aire de répartition. L'examen des substances autres qu'animales trouvées dans le tractus digestif des chevaliers semble indiquer qu'il y a une ségrégation spatiale entre les espèces lorsqu'elles s'alimentent (Mongeau *et al.*, 1986, 1992). Les travaux de télémétrie ont démontré l'importance des herbiers aquatiques riches en gastéropodes comme habitat d'alimentation des adultes en période estivale (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009; MPO, 2011). Les espèces les plus associées au chevalier cuivré sont la carpe (*Cyprinus carpio*), le chevalier de rivière et le chevalier blanc (Mongeau *et al.*, 1992).

Inversement, chez les jeunes de l'année et les individus âgés d'un an capturés au printemps, les régimes alimentaires différaient peu entre les espèces, et ce, en dépit du fait qu'à cette période de l'ontogenèse, la morphologie de l'appareil pharyngien du chevalier cuivré est déjà caractéristique et qu'elle permet de le distinguer de ses congénères. Chez les jeunes chevaliers cuivrés, dont la longueur totale varie de 36,0 à 53,5 mm, plus de 50 % (en nombre) des proies sont des microcrustacés (*Cladocera : Chydoridae; Copepoda : Harpacticoida*). Les vers (*Nematoda*) et les algues (*Desmidiae*) occupent aussi une place importante et des larves de chironomides sont fréquemment ingérées (Vachon, 1999a). Dans les étangs d'élevage, les larves et les pupes de chironomides de même que les copépodes cyclopoïdes ont été les principaux organismes consommés par les chevaliers cuivrés aux stades très jeunes (LT = 13,0 à 22,1 mm) (Branchaud *et al.*, 1995). En laboratoire, les juvéniles de chevalier cuivré plus âgés (taille moyenne de 108,4 mm) se sont nourris de moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) de longueur inférieure à 8 mm (Branchaud et Gendron, 1993).

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités et méthodes d'échantillonnage

Considérant la très grande rareté de l'espèce et son comportement migrateur, il est très difficile d'estimer l'abondance de la population et d'en suivre les tendances. Compte tenu de la diversité des engins de pêche, des mesures entreprises et des périodes couvertes par les différents travaux d'échantillonnage, de rétablissement ou de suivi au fil des années, des comparaisons spatiales ne peuvent être réalisées. Nombre d'individus ont été marqués, mais le nombre de recaptures est très faible. Les estimations de l'abondance et des fluctuations de la taille de la population reposent principalement sur des inférences réalisées d'après des renseignements de diverses sources ainsi que sur des comparaisons de son abondance relative par rapport à ses congénères.

Bien que des activités de réintroduction de l'espèce dans son aire de répartition naturelle aient cours depuis 2004 au moyen d'ensemencements de larves et de jeunes de l'année produits artificiellement à partir de géniteurs sauvages et que les suivis du recrutement montrent une contribution importante de ces individus parmi les jeunes de l'année, il est encore trop tôt pour statuer au sujet de leur contribution nette à l'abondance de la population adulte actuelle. En effet, la détection de subadultes est encore trop marginale et leur participation au recrutement naturel n'a pas encore été démontrée puisqu'ils atteignent la maturité sexuelle vers l'âge de dix ans. La contribution des spécimens ensemencés n'est donc pas prise en considération dans l'évaluation de la taille et de la tendance de la population, car les critères d'admissibilité présentés dans les Lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées n'ont pas été remplis (COSEPAC, 2010).

Abondance

Malgré le marquage de nombreux spécimens au moyen d'étiquettes spaghetti ou de micropuces dans la rivière Richelieu au cours des années 1990, aucun spécimen n'a jamais été recapturé. Il est donc impossible d'estimer le nombre d'individus. Depuis la découverte de l'espèce, environ un millier de chevaliers cuivrés d'origine naturelle de tous âges ont été recensés. Actuellement, la seule estimation disponible est celle effectuée à l'automne 2000 d'après des renseignements obtenus (capture-marquage-recapture) auprès du pêcheur commercial de Lavaltrie-Contrecœur. À cette période, au plus quelques centaines d'individus (généralement moins de 500) circulaient dans le secteur. Les limites de l'intervalle de confiance à 95 % de ces estimés, qui ne reposent que sur quelques recaptures, varient, selon la méthode utilisée, d'une quarantaine à un peu moins de 1 650 individus dans presque tous les cas (Vachon et Chagnon, 2004).

Les études des dernières années démontrent également que le nombre d'individus matures est encore extrêmement faible. Par exemple, comparativement aux premières années de reproduction artificielle, les géniteurs sont moins nombreux, des mesures plus énergiques doivent être prises pour les capturer et le taux de recapture est élevé certaines années, la proportion des géniteurs de plus de 600 mm est encore grande et les captures d'individus immatures, notamment des subadultes dont la taille varie entre 100 et 499 mm, sont encore extrêmement faibles (Vachon, 2010a et données inédites; voir d'autres précisions dans les sections précédentes). D'autres facteurs pourraient expliquer en partie ces observations, comme les conditions hydrologiques et climatiques particulières qui peuvent influer sur la migration avant la fraye, le comportement en période de reproduction ainsi que la périodicité de la fraye qui pourrait ne pas être annuelle. Il n'en demeure pas moins que ces résultats ne démontrent pas encore une augmentation du bassin de reproducteurs.

Ces constats sont fortement appuyés par les résultats obtenus dans le cadre du suivi du recrutement et de la population du chevalier cuivré, résultats qui montrent que le degré de reproduction naturelle est très faible, que la contribution des jeunes de l'année ensemencés est majeure par rapport à celle des individus sauvages (9:1), et que l'un ou les deux parents des jeunes chevaliers cuivrés de l'année issus de la

reproduction naturelle sont connus dans nos banques de données dans près de 50 % des cas (Côté *et al.*, 2007, 2010; Vachon 2007b, 2010a et données inédites; voir d'autres précisions dans les sections précédentes).

Fluctuations et tendances

Le chevalier cuivré était plus abondant à diverses époques de l'histoire et de la préhistoire. Les fouilles archéologiques aux sites de Mandeville, sur la rive ouest de la rivière Richelieu (occupation iroquoise entre 1450 et 1550 de notre ère), et à celui de l'auberge Jacob Wirtele de la Place Royale dans le Vieux-Montréal (début du XIX^{e} siècle) montrent que les chevaliers cuivrés représentaient respectivement 16,7 % et 9,1 % des chevaliers identifiés (Courtemanche et Elliott, 1985; Ostéothèque de Montréal Inc., 1984; Courtemanche, comm. pers. 2003). Ces résultats sont nettement supérieurs aux proportions de 2 à 3 % rapportées dans le cadre des inventaires ichtyologiques des eaux de la région de Montréal réalisés entre 1963 et 1985 (Mongeau *et al.*, 1986) ainsi qu'à la valeur de 0,04 % enregistrée à la passe migratoire au printemps 2003 (Fleury et Desrochers, 2004). Des ossements de chevalier cuivré ont également été trouvés à d'autres endroits, notamment au site de Laprairie (BiFi-23), qui remontaient à l'occupation française des lieux de la fin du XVII^{e} au début du XVIII^{e} siècle, à celui de la Place Jacques-Cartier à Montréal (BjFj-44) (Courtemanche, comm. Pers. 2003) ainsi qu'au site archéologique de la station 4 de la Pointe-du-Buisson (BhFl-1, 920-940 de notre ère) situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, à son embouchure dans le lac Saint-Louis (Courtemanche, 2003). De 1997 à 2003 ainsi qu'en 2010 et 2011 (années où aucun ensemencement n'a été fait), l'abondance relative des jeunes de l'année sauvages par rapport à ses congénères était toujours comprise entre 0 et 0,5 %. Les recaptures de géniteurs sont fréquentes, quasi annuelles et atteignent parfois des proportions importantes lors des activités de reproduction artificielle, ce qui a mené depuis 2008 à des modifications mineures du protocole de reproduction artificielle pour que l'on parvienne à exploiter pleinement le potentiel, notamment sur le plan génétique, des derniers reproducteurs âgés (Vachon 1999ab, 2007b et 2010a et données inédites). Ces constats sont aussi des indices de la très faible abondance des géniteurs encore aujourd'hui.

Immigration de source externe

Aucune immigration de source externe n'est possible.

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Généralités

Comme les cours d'eau fréquentés par le chevalier cuivré se trouvent dans les régions le plus densément peuplées du Québec, des facteurs d'origine anthropique mettent certainement l'espèce en péril. Les causes de son déclin ne peuvent toutefois être déterminées avec certitude. L'espèce serait vraisemblablement victime d'une

combinaison de facteurs. Les menaces touchant la qualité de l'habitat sont celles qui sont les plus répandues; elles se manifestent de différentes façons et leur occurrence est élevée dans l'aire de répartition (MPO, 2007a). La détérioration et la fragmentation de son habitat ainsi que le faible succès de reproduction seraient les principaux facteurs expliquant son déclin (Gendron et Branchaud, 1997; Mongeau *et al.*, 1986, 1988, 1992; Scott et Crossman, 1973; Vachon, 2003b). Compte tenu de sa sensibilité à la pollution et à l'envasement, du fait que les individus se regroupent à certains moments de l'année, que son aire de répartition est extrêmement restreinte et que seulement deux sites de reproduction sont connus, l'espèce est particulièrement vulnérable à toute catastrophe naturelle susceptible de toucher son habitat sous quelque forme que ce soit.

Les changements dans les régimes hydrologiques, l'industrialisation, l'urbanisation, l'artificialisation des rives, les pressions agricoles, la navigation commerciale et la pêche commerciale représentent les six grandes pressions auxquelles le fleuve Saint-Laurent a été exposé depuis les 150 dernières années (Mingelbier *et al.*, 2012). Ces pressions ont certainement nui au chevalier cuivré au fil du temps et plusieurs sont encore très présentes. Le niveau de contamination et de turbidité de l'eau ainsi que l'érosion des rives et l'intégrité biotique des communautés de poissons d'eau douce sont encore aujourd'hui considérés comme très préoccupants (Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2008). Le fleuve Saint-Laurent, où sont situées d'importantes aires d'alimentation des adultes, demeure une importante voie de navigation et n'est pas à l'abri de déversements d'hydrocarbures et de futurs développements d'infrastructures portuaires. Enfin, le fleuve Saint-Laurent est attrayant pour le développement et l'exploitation de nouvelles formes d'énergie renouvelable, et des infrastructures (turbines produisant de l'électricité hydrocinétique) sont même à l'essai.

Dans la rivière Richelieu, l'artificialisation des milieux riverains, la perte de zones littorales peu profondes par empiètement et la dégradation des herbiers aquatiques dans les aires d'alevinage sont aussi préoccupants et en croissance, et découlent du développement urbain et de l'augmentation de la navigation de plaisance. L'érosion des rives est manifeste et omniprésente dans la rivière Richelieu et elle menace la stabilité des routes bordant la rivière. Dans les dernières années, des travaux de stabilisation des berges d'urgence ont été réalisés à certains endroits. Un plan de stabilisation, prévu sur une période de dix ans, est dans sa phase finale de préparation. Ces travaux nécessitent, dans la très grande majorité des cas, l'usage de techniques de stabilisation mécanique et même l'utilisation de la méthode de contrepoids. Ces infrastructures entraînent la destruction, la détérioration et la perturbation des zones littorales peu profondes et des herbiers aquatiques qui sont reconnus comme des habitats d'alevinage et de croissance des jeunes chevaliers cuivrés et qui sont uniques à la rivière Richelieu. Dans cette rivière, tout comme dans les rivières Yamaska et Noire, la dégradation de la qualité de l'eau due aux activités agricoles est aussi une grande source de préoccupations.

L'introduction d'espèces exotiques et envahissantes et de pathogènes constitue vraisemblablement un facteur limitatif supplémentaire pour le chevalier cuivré, particulièrement dans le fleuve Saint-Laurent et la rivière Richelieu. Enfin, les changements climatiques (réchauffement planétaire, événements climatiques et météorologiques extrêmes) peuvent aussi contribuer à exacerber certaines menaces et certains facteurs limitatifs, et leurs effets à long terme sont encore difficiles à cerner. Par exemple, des températures sous-optimales pendant la saison de fraye et de croissance des larves et des jeunes de l'année (réchauffement précoce au printemps, été frais) sont susceptibles de nuire au succès de reproduction de l'espèce ainsi qu'à la survie des jeunes durant la première année.

Caractéristiques biologiques

Plusieurs caractéristiques de la biologie du chevalier cuivré, comme sa maturité sexuelle atteinte à un âge avancé (vers dix ans), son régime alimentaire spécialisé et la saison tardive de fraye, qui contribuent à l'augmentation des risques d'exposition aux contaminants et à la production de jeunes de l'année de plus petite taille que ses congénères à l'automne, constituent des facteurs qui accroissent sa vulnérabilité. D'ailleurs, selon Parent et Schmirl (1995), les caractéristiques biologiques du chevalier cuivré se rapprochent du profil général des espèces les plus à risque de disparition, lequel a été établi d'après 51 caractéristiques d'espèces menacées (n = 29) ou non (n = 88).

Fragmentation de l'habitat (voir aussi les sections Biologie et Tendances en matière d'habitat)

L'aire de répartition de l'espèce est très restreinte et repose actuellement sur le système du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents. À la lumière des plus récentes études, notamment celles sur la caractérisation génétique de l'espèce qui confirment l'existence d'une seule population (Lippé *et al.*, 2004, 2006), et des travaux de télémétrie et de suivi de la population qui démontrent que le chevalier cuivré est un migrateur et que l'accomplissement de son cycle vital dépend à la fois du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Richelieu (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010; Vachon, 2007b, 2010a et données inédites), il est clair que le maintien de la connectivité et de la libre circulation entre ces deux systèmes est un élément clé pour la survie de l'espèce.

Modifications des régimes hydrologiques

Des modifications dans la gestion des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent et des profils d'écoulement près des frayères dans la rivière Richelieu pourraient détériorer les habitats d'alimentation et de reproduction et se révéler néfastes pour l'espèce.

Les périodes plus fréquentes et prolongées de faible débit du fleuve Saint-Laurent (Croley, 2003; Verhaar, 2010) peuvent constituer une menace supplémentaire pour l'espèce en rendant inaccessibles les zones potentielles de fraye et en limitant la superficie des aires d'alimentation (Hatin *et al.*, 2010). Le phénomène, qui est devenu manifeste il y a une dizaine d'années et qui soulève actuellement de vives inquiétudes, non seulement pour le chevalier cuivré, mais aussi pour l'ensemble de la communauté de poissons, fait l'objet de nombreuses études et consultations. Les activités de dragage du fleuve Saint-Laurent à des fins de navigation ou d'entretien des infrastructures portuaires risquent de s'intensifier avec la baisse des niveaux du fleuve (Lambert, 2011). Cela représente une menace dont la portée est à encore préciser. À cela s'ajoutent les plus grandes variations, tant en fréquence et qu'en amplitude, des conditions hydrologiques et météorologiques, en particulier au printemps (Boyer *et al.*, 2010), qui ont vraisemblablement une influence sur le succès du recrutement des chevaliers dans la rivière Richelieu (N. Vachon, données inédites), même si les effets globaux à long terme sur le chevalier cuivré sont encore difficiles à évaluer. Les faibles niveaux des eaux peuvent vraisemblablement limiter la disponibilité/qualité de l'habitat, particulièrement aux aires d'alevinage et de fraye dans la rivière Richelieu (surtout à la frayère de Chambly). Des épisodes de crues extrêmes durant la saison de fraye pourraient aussi être néfastes pour le succès de reproduction.

Pollution et dégradation de l'habitat liées au développement urbain et industriel (voir aussi la section Tendances en matière d'habitat)

L'accroissement du développement urbain et industriel est un autre facteur de dégradation de l'habitat, car il entraîne la détérioration des rives, des milieux littoraux (dont les herbiers aquatiques) ainsi que des empiétements et l'émission de divers polluants.

Substances toxiques d'origine urbaine et industrielle

Les eaux usées rejetées dans le Saint-Laurent (~ 100 m^3/s à Montréal) contiennent de nombreux produits pharmaceutiques encore actifs, des antidépresseurs et certains de leurs métabolites ainsi que des substances œstrogéniques. Ces dernières ont des effets féminisants reconnus et diminuent la capacité reproductive de certains poissons mâles vivant dans le panache des eaux usées de la Communauté urbaine de Montréal (Aravindakshan *et al.*, 2004). Les antidépresseurs affectent l'activité cérébrale et l'attraction sexuelle des poissons (Lajeunesse *et al.*, 2011). Ensemble, Montréal, Laval, Québec, Longueuil, Trois-Rivières et Salaberry-de-Valleyfield représentent ~ 60 % du débit total des eaux usées de la province (Mingelbier *et al.*, 2012). De nombreux contaminants d'origine urbaine et industrielle ont été détectés dans le fleuve Saint-Laurent, notamment dans les sédiments (Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2008). Le chevalier cuivré est exposé à ces contaminants parce qu'il fréquente les milieux situés dans l'effluent des usines d'épuration des villes de Montréal, de Longueuil et de Laval (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012).

Développement et production/exploitation des énergies renouvelables et non renouvelables

Le développement et la production de nouvelles formes d'énergie sont en plein essor et le sud du Québec n'y fait pas exception. Actuellement, il est difficile, voire impossible, pour la plupart d'entre elles, d'évaluer la portée de leurs effets à long terme sur la survie et le rétablissement du chevalier cuivré. Certaines formes d'énergie, activités ou infrastructures qui visent à favoriser l'exploitation et le transport, qui sont actuellement en cours de développent ou qui ont déjà fait l'objet de projets préliminaires, pourraient avoir des répercussions négatives sur l'espèce et ses habitats. Par exemple, quelques turbines hydrocinétiques sont déjà dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Montréal. Dans l'aire de répartition du chevalier cuivré, l'installation de turbines sur des barrages existants ainsi que l'aménagement de nouveaux barrages ont déjà été envisagés pour la production d'électricité. Enfin, l'exploration des gaz de schistes en est à ses débuts au Québec et est actuellement visée par un moratoire (MDDEFP, données inédites). Les effets de leur extraction à grande échelle sont en cours d'évaluation.

Pollution et dégradation de l'habitat liées aux activités agricoles (voir aussi la section Tendances en matière d'habitat)

Substances toxiques d'origine agricole

Tel qu'il est mentionné plus haut, les graves difficultés qu'éprouve le chevalier cuivré à se reproduire en milieu naturel seraient aussi vraisemblablement associées à des facteurs d'origine toxicologique qui entravent la maturation finale des gamètes et perturbent les facultés olfactives des géniteurs (Gendron et Branchaud, 1997). La contamination de l'eau par les pesticides, dont l'utilisation est largement répandue, constitue donc un facteur limitatif qu'il importe de prendre en considération. Parce qu'il fraye plus tardivement (fin de juin et début de juillet) que ses congénères, le chevalier cuivré serait davantage exposé aux contaminants, car cette période correspond aux pics d'épandage des engrais ainsi qu'à une baisse des débits des cours d'eau. Les relevés de 1998 et de 1999 montrent que l'atrazine est omniprésente dans la rivière Richelieu et que les concentrations les plus élevées coïncident généralement avec la période de rassemblement des géniteurs ou avec la période de fraye du chevalier cuivré. Une dizaine d'autres types de pesticides (métolachlore, 2,4-D, bentazone, etc.) ont été détectés dans le cours principal de la rivière Richelieu durant la période de fraye du chevalier cuivré. Les effets d'une telle combinaison de contaminants sur les organismes aquatiques sont peu connus (Gendron et Branchaud, 1997; Giroux, 2000). Les apports de substances toxiques à proximité de la frayère de Chambly, par la rivière des Hurons, demeurent une source de préoccupation, car les concentrations d'atrazine et de nombreux autres pesticides, dont certains seraient des perturbateurs endocriniens, demeurent élevées (Giroux *et al.*, 2006; Giroux et Pelletier, 2012; Simoneau et Thibault, 2009). Les effets néfastes des pesticides sur le milieu aquatique sont divers et sont documentés chez une diversité de plus en plus grande d'organismes, dont les algues, les diatomées, les plantes aquatiques, les amphibiens et les poissons (Giroux et Pelletier, 2012).

Les substances toxiques sont également susceptibles d'affecter les mollusques dont se nourrit exclusivement le chevalier cuivré. Dans les bassins de la Richelieu et de la Yamaska, l'intégrité des communautés benthiques est jugée moyenne ou faible sur au moins la moitié du parcours de ces rivières. Cette détérioration de l'intégrité est d'ailleurs directement liée aux pressions agricoles, urbaines et industrielles (Piché, 1998; Saint-Onge, 1999). Les conséquences négatives des pratiques agricoles actuelles sur l'habitat et les espèces sauvages, dont le chevalier cuivré, sont de plus en plus reconnues (Société de la faune et des parcs du Québec, 2002).

Accélération des processus d'érosion et apport excessif de sédiments

L'accélération du processus d'érosion et l'augmentation de la turbidité (envasement) qui résulte des activités agricoles, du déboisement et de l'urbanisation auraient également une incidence sur le chevalier cuivré. Ces processus menacent l'intégrité des écosystèmes aquatiques en détériorant l'habitat et en perturbant l'ensemble de la chaîne trophique, dont les mollusques, nourriture essentielle au chevalier cuivré. Les portions centrale et inférieure de la rivière Yamaska sont particulièrement touchées par l'envasement et l'augmentation de la turbidité. Dans les bassins des rivières Richelieu et Yamaska, certains maxima enregistrés (turbidité et matières en suspension) sont suffisants pour nuire aux populations d'invertébrés aquatiques, tout particulièrement si ces conditions perdurent (Vachon, 2003b). La plupart des poissons de la famille des Catostomidés, et plus spécifiquement ceux du genre *Moxostoma*, sont très sensibles à la hausse de la pollution, de l'envasement et de la turbidité (Vachon, 2003b). D'ailleurs, dans l'indice d'intégrité biotique (IIB) de Karr (1981), la composition spécifique des individus appartenant à la famille des Catostomidés et le nombre de ces individus sont parmi les 12 descripteurs utilisés. Des études plus récentes montrent que certains changements, au sein même de la structure de la communauté des Catostomidés, témoignent de l'intégrité biologique de l'écosystème (Emery *et al.*, 1999). Dans plusieurs cas, l'historique du rétrécissement de l'aire de répartition de plusieurs représentants de cette famille depuis le début du siècle y est relié (Jenkins et Burkhead, 1994; Scott et Crossman, 1974; Trautman, 1981). Le chevalier cuivré présente des caractéristiques biologiques et des exigences écologiques (modes de reproduction et d'alimentation) comparables à celles d'autres espèces qui sont reconnues comme étant les plus vulnérables à la détérioration de l'habitat par envasement et accroissement de la turbidité (Vachon, 2003b).

Eutrophisation des milieux aquatiques

L'eutrophisation des cours d'eau est néfaste pour le chevalier cuivré et pourrait favoriser certaines espèces cooccurrentes comme la carpe (*Cyprinus carpio*) et la tanche (*Tinca tinca*), des espèces potentiellement compétitrices des Catostomidés (Mongeau *et al.*, 1986, 1992; Dumont *et al.*, 2002), en raison de leur plus grande capacité de survie dans des milieux enrichis et moins oxygénés. L'eutrophisation des milieux aquatiques comme le lac Saint-Pierre, qui est pourvu de grandes zones littorales peu profondes et où différentes masses d'eau se côtoient sans se mélanger,

peut modifier considérablement l'habitat et la chaîne trophique. En effet, plus récemment, la prolifération d'herbiers aquatiques très denses près de l'embouchure des affluents sur la rive sud du lac Saint-Pierre, laquelle est attribuable à des apports élevés en nutriments combinés à la diminution des niveaux d'eau et à une hausse de sa température, a été mise en évidence. Ces études ont aussi démontré que la percolation de l'eau à travers ces vastes herbiers se traduisait par des zones appauvries en oxygène dans le milieu aquatique en aval, dont les effets étaient manifestes sur l'ensemble de la chaîne trophique, y compris sur la communauté de poissons, et que ces zones étaient maintenant colonisées par une cyanobactérie benthique (*Lyngbya wollei*) (Hudon et Carignan, 2008; Hudon *et al.*, 2011). Cette dégradation de l'habitat, en partie due aux charges d'éléments nutritifs provenant des activités agricoles, serait l'un des facteurs expliquant les problèmes de recrutement de la perchaude (*Perca flavescens*) dans le lac Saint-Pierre et l'effondrement de la population malgré d'importantes et nombreuses modifications règlementaires à la pêche sportive et commerciale imposées depuis les 15 dernières années (Magnan *et al.*, en préparation).

Espèces exotiques ou non indigènes envahissantes et pathogènes

Les espèces exotiques et envahissantes représentent une menace pour le chevalier cuivré. Depuis les années 1990, deux nouvelles espèces de poissons exotiques ont été détectées et se sont répandues dans l'aire de répartition du chevalier cuivré. La tanche (*Tinca tinca*) a été introduite dans le Haut-Richelieu au début des années 1990 et est maintenant très bien établie et abondante dans le secteur en amont du bassin de Chambly. Compte tenu de sa grande fécondité et de sa capacité d'adaptation à diverses conditions environnementales, même les plus défavorables, la tanche pourrait représenter une menace supplémentaire pour le chevalier cuivré, mais son influence est encore imprévisible (Dumont *et al.*, 2002; Vachon et Dumont, 2000). La tanche pourrait faire compétition au chevalier cuivré pour les ressources alimentaires à différentes étapes de son cycle vital. Ce poisson est un benthophage généraliste et opportuniste. Les larves d'insectes, les mollusques et les crustacés benthiques font partie de son régime alimentaire (Cudmore et Mandrak, 2011). Des mollusques (gastéropodes), différents crustacés et des larves d'insectes ont été trouvés dans l'estomac de quelques individus adultes provenant de la rivière Richelieu (Guibert, 2000). La tanche a depuis progressé lentement dans la rivière Richelieu. Depuis 2010, des adultes, juvéniles et jeunes de l'année ont été capturés en petit nombre dans le secteur Saint-Marc-sur-Richelieu (importante aire d'alevinage) où l'espèce trouve vraisemblablement les conditions pour se reproduire. La tanche est aussi maintenant présente dans le fleuve Saint-Laurent, où elle a été observée pour la première fois en 2006. Depuis 2011, année marquée par des crues historiques dans la rivière Richelieu, la tanche a progressé rapidement dans le fleuve Saint-Laurent et les mentions sont à la hausse. L'espèce a été détectée pour la première fois à l'automne 2011, à la pêcherie fixe de l'Aquarium du Québec à Québec, en exploitation depuis 1964 (Masson *et al.*, 2013; Pelletier *et al.*, 2012).

Le cas du gobie à taches noires (*Neogobius melastonomus*) est également très préoccupant. L'espèce a été détectée pour la première fois dans les eaux du Saint-Laurent en 1997, dans la pêcherie de l'Aquarium du Québec. Les travaux du Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent ont permis de documenter la progression très rapide de son abondance et de l'expansion de son aire à l'échelle du fleuve Saint-Laurent, et sa présence est maintenant documentée jusque dans la région de Rivière-Ouelle (Pelletier *et al.*, 2012). En 2009, le gobie à taches noires constituait la troisième espèce en abondance dans les zones littorales du lac Saint-François. L'espèce est très abondante dans certains secteurs du lac Saint-Louis et dans le tronçon Montréal-Sorel, et son abondance est en croissance. Le gobie à taches noires est aussi bien établi dans le lac Saint-Pierre, mais à ce jour, il est moins abondant qu'au lac Saint-François. Des changements dans les communautés de poissons sont manifestes dans quelques secteurs du fleuve Saint-Laurent et sont, dans certains cas, probablement reliés à l'arrivée et à la progression des populations de gobies à taches noires (Reyol *et al.*, 2010; Brodeur *et al.*, 2011; Vachon *et al.*, 2013b). Le gobie à taches noires a été détecté pour la première fois dans la rivière Richelieu en 2011; un spécimen a été capturé à l'embouchure de cette rivière dans le cadre des activités de suivi du recrutement des chevaliers (Vachon, 2014). Jusqu'à présent, il n'y a pas eu d'autres mentions confirmées dans la rivière Richelieu, mais les risques de propagation de l'espèce sont grands étant donné que les pêcheurs ont tendance à l'utiliser comme appât, bien que ce soit interdit (Fortin, comm. pers. 2012). Le gobie à taches noires peut atteindre des densités nettement supérieures à celles des espèces de poissons benthiques indigènes. Il peut devenir un compétiteur redoutable des chevaliers pour les ressources alimentaires. En effet, à l'instar de certains chevaliers, il s'alimente entre autres de mollusques et est capable de les broyer avec ses dents pharyngiennes. Zooplancton, larves de chironomides, petites espèces de poissons, œufs et larves de poissons de plus grande taille font aussi partie de son régime alimentaire (Poos *et al.*, 2010; Kornis *et al,*. 2012).

L'arrivée d'espèces de poissons exotiques demeure préoccupante dans le fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents ainsi que dans la rivière Richelieu, non seulement pour le chevalier cuivré, mais aussi pour l'ensemble de la faune ichtyenne, notamment dans un contexte de changements climatiques. La remise à l'eau de poissons exotiques dans le cadre de cérémonies religieuses a déjà été signalée dans la région de Montréal il y a quelques années. Le rejet d'autres espèces, vraisemblablement par des aquariophiles, a aussi été rapporté récemment dans le fleuve Saint-Laurent et ses affluents (Brodeur, comm. pers. 2012).

Compte tenu de son régime alimentaire reposant presque exclusivement sur les mollusques, toutes perturbations qui auraient une incidence sur ce groupe d'invertébrés pourraient aussi être préjudiciables au chevalier cuivré. La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) est implantée dans le fleuve Saint-Laurent. Des études montrent que l'espèce est également en progression dans la rivière Richelieu. Les effets possibles de cette espèce sur l'écosystème de la rivière sont peu connus, mais pourraient vraisemblablement être significatifs (Cusson et de Lafontaine, 1997; de Lafontaine *et al.*, 2002b). Les effets néfastes de l'introduction de la moule zébrée sur les

mollusques indigènes sont bien connus. Certains groupes, dont se nourrit presque exclusivement le chevalier cuivré, notamment les pélécypodes et les gastéropodes, pourraient être touchés (Dermott et Kerec, 1997; Stewart et Haynes, 1994). De plus, comme la moule zébrée dispose d'un fort pouvoir de concentration des contaminants (Bruner *et al.*, 1994), les effets de cette bioconcentration devront être examinés si ces moules étaient consommées en grand nombre par le chevalier cuivré. L'ingestion de moules zébrées par des juvéniles de chevalier cuivré a été observée en laboratoire (Branchaud et Gendron, 1993). L'évolution des communautés benthiques de la rivière Richelieu en présence de ces moules est d'une grande importance étant donné que tout changement au sein de ces communautés pourrait être préjudiciable au chevalier cuivré (de Lafontaine *et al.*, 2002b; Vachon, 2003b).

Enfin, considérant la très grande précarité du chevalier cuivré, des épisodes massifs de mortalité associés à la septicémie hémorragique virale (SHV) ou à d'autres agents pathogènes envahissants pourraient considérablement nuire à la survie et au rétablissement de l'espèce (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012).

Pêche sportive et commerciale

Les prises accessoires constituent une menace non négligeable dans les circonstances actuelles de l'état de la population. Branchaud et Jenkins (1999) ont mis en évidence le fait que l'espèce aurait pu être gravement fragilisée par la surpêche au XIX^{e} siècle. À l'époque, le chevalier cuivré était prisé comme aliment et donc recherché sur les marchés. Bien que la pêche commerciale au chevalier cuivré et au chevalier de rivière soit interdite depuis près de vingt ans, la capture des autres chevaliers est toujours permise, dont celle du chevalier jaune (*Moxostoma valenciennesi*), un congénère pouvant facilement être confondu avec le chevalier cuivré par des personnes peu expérimentées. Compte tenu des importantes initiatives de reconstitution du stock reproducteur actuellement en cours, la prise accessoire de subadultes et d'adultes pourrait s'accroître dans les prochaines années, tout comme les risques de mortalité par la pêche commerciale dans le contexte réglementaire actuel. Les règles de la pêche sportive sont plus restrictives et interdisent la capture et la possession de meuniers et de chevaliers dans pratiquement l'ensemble de l'aire de répartition. Il a été démontré que la capture de chevaliers cuivrés par la pêche sportive constitue une menace réelle et cette activité fait l'objet d'une plus grande surveillance. La surveillance a permis de mettre en évidence que des membres de certaines communautés ethniques (Asiatiques et Européens de l'est) recherchent et utilisent les chevaliers pour leur alimentation (Fortin, comm. pers. 2012).

Activités nautiques de plaisance

Enfin, la fréquentation des aires de reproduction dans les rapides de Chambly par les plaisanciers, au cours de la période de fraye et d'incubation des œufs du chevalier cuivré, est un autre facteur contribuant à mettre en péril l'espèce (Gendron et Branchaud, 1997, 2001). Le *Règlement sur le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin*

(RLRQ, C-61.1, r.46) de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (RLRQ, c. C-61.1), adopté en novembre 2003, a permis d'améliorer la protection de cette importante aire de fraye et de limiter le dérangement des géniteurs et le piétinement des œufs. La gestion et la surveillance du refuge faunique depuis les dix dernières années ainsi que les travaux de télémétrie montrent toutefois que la sensibilisation des usagers et des visiteurs est un aspect important et que certaines modifications du règlement et des limites sont requises pour améliorer la protection des sites de reproduction. La surveillance montre aussi que la navigation de plaisance est en nette croissance dans la rivière Richelieu, notamment dans le secteur Saint-Marc-sur-Richelieu où se trouve une aire d'alevinage très productive pour l'espèce, et que ces activités contribuent à l'érosion des rives et à la détérioration des herbiers aquatiques.

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

Comme pour les autres espèces de poissons, deux lois québécoises, soit la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (RLRQ, c. C-61.1) (LCMVF) et la *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ, c. Q-2), assurent une certaine protection de l'espèce et de son habitat.

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) a été désigné espèce menacée en 1987 par le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC) aujourd'hui devenu le COSEPAC (Mongeau *et al.*, 1988). Le portrait de la situation présenté dans La Haye et Huot (1995) et les nombreuses interventions des gens du milieu ont conduit à la désignation du chevalier cuivré comme espèce menacée en avril 1999 en vertu de la *Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables* (RLRQ, c E-12.01) (LEMV). Ce statut, le plus important qui puisse être attribué à une espèce au Québec, est donné lorsque sa disparition est appréhendée. Le chevalier cuivré est la première espèce faunique à avoir été désignée comme telle en vertu de cette loi. Cette désignation n'assure toutefois aucune protection particulière aux habitats fréquentés par le chevalier cuivré. Ceux-ci sont et demeurent protégés par le *Règlement sur les habitats fauniques* (RLRQ, c. C-61.1, r.18) de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (RLRQ, c. C- 61.1) (LCMVF).

À la suite de la mise à jour du rapport de situation (COSEPAC, 2004), le statut d'espèce en voie de disparition a été attribué au chevalier cuivré par le COSEPAC. L'espèce a officiellement été désignée comme telle, en décembre 2007, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch.29) et inscrite à l'annexe 1 de cette loi après que les consultations publiques (MPO, 2005) et l'analyse socio-économique de l'inscription du chevalier cuivré (MPO, 2007b) ont été finalisées, tel que le prévoit cette loi. L'évaluation de son potentiel de rétablissement a également été faite (MPO, 2007a). L'inscription à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* protège légalement l'espèce puisqu'il est interdit de tuer, de blesser, de harceler, de capturer et de pêcher

des espèces en péril et il est illégal de détruire leur habitat essentiel. Tel que le prévoit l'article 37 de la *Loi sur les espèces en péril*, un premier programme de rétablissement a été produit dans lequel figurent, entre autres, une description des caractéristiques de l'habitat essentiel de l'espèce à différents stades de son cycle vital ainsi que la cartographie des secteurs désignés jusqu'à présent dans son aire de répartition (MPO, 2012). Cette description et cette cartographie reposent sur une analyse détaillée (MPO, 2009, 2011) des observations effectuées dans les frayères et les aires de développement des jeunes de l'année, des mentions historiques de capture ainsi que des résultats d'études de sélection d'habitat par les adultes obtenus lors des suivis télémétriques de 2004, 2007 et 2008 (Gariépy, 2008; Hatin *et al.*, 2009, 2010 et données inédites).

La protection du chevalier cuivré est également assurée par plusieurs autres mesures règlementaires. En effet, depuis les années 1980, les chevaliers (toutes espèces) sont interdits comme poissons-appâts et la pêche commerciale au chevalier cuivré et au chevalier de rivière est interdite depuis 1995. La possession, et la capture dans le cadre d'activités de pêche sportive, de tout chevalier ou meunier sont interdites depuis 1998 dans les rivières Richelieu, Yamaska et Noire. En 2009, ce règlement a été modifié et s'applique maintenant à l'ensemble de l'aire de répartition connue de l'espèce, à l'exception du lac Saint-Pierre et de son archipel (*Règlement de pêche du Québec*) (DORS/90-214 et DORS/2008-322). Une interdiction de pêche commerciale aux poissons-appât est en vigueur depuis le 1er avril 2008 dans la rivière Richelieu, en aval du barrage de Chambly jusqu'au fleuve Saint-Laurent.

Trois plans de rétablissement provinciaux (1995-1999, 1999-2003 et 2004-2008) ont été mis en œuvre depuis 1995 (Comité d'intervention, 1995, 1999; Équipe de rétablissement du chevalier cuivré, 2005). Les activités de rétablissement et de protection inscrites dans ces plans sont regroupées sous trois grands axes : 1-Conservation (23 %), 2-Sensibilisation et communication (15 %) et 3-Acquisition de connaissances et suivi (62 %). Une grande proportion des 107 activités ont été réalisées (51 %) ou sont actuellement en voie de l'être (25 %) (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2014, sous presse).

Un quatrième plan de rétablissement provincial (2012-2017) a été préparé conjointement avec le premier programme de rétablissement en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. Le but du rétablissement présenté dans ces documents est d'atteindre une population autoperpétuatrice de 4 000 individus matures d'ici 20 ans tout en maintenant 90 % de la diversité génétique (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012; MPO, 2012).

La protection et le rétablissement du chevalier cuivré reposent également sur les actions éducatives, préventives et coercitives que mènent les agents de protection de la faune pour assurer le respect des divers règlements et lois. Comme pour plusieurs autres espèces à statut précaire, un premier plan provincial de protection du chevalier cuivré a été produit en 2011 par la Direction de la protection de la faune de l'Estrie-Montréal-Montérégie. Un bilan des activités réalisées a été produit au terme de la première année du plan d'intervention (Direction générale de la protection de la faune, 2011ab).

Statuts et classements non juridiques

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) le considère comme vulnérable depuis 1996 (Gimenez, 1996). L'espèce est considérée comme étant gravement en péril à l'échelle provinciale (S1), nationale (N1 depuis le 5 décembre 1996) et mondiale (G1 depuis le 19 septembre 1996). L'American Fisheries Society attribue au chevalier cuivré le statut d'espèce en voie de disparition depuis 2008 (NatureServe, 2012).

Protection et propriété de l'habitat

Les habitats du chevalier cuivré sont principalement de propriété publique. Toutefois, certains petits affluents peuvent être de propriété privée. Le territoire du refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin fait l'objet de mesures de protection spéciales (figure 5). Ce refuge, d'une superficie de 63 ha, est en partie de propriété privée. Conservation de la nature Canada (CNC) est propriétaire du lit de la rivière et certaines des îles (archipel Saint-Jean) appartiennent à la municipalité de Richelieu.

Les milieux littoraux entourant les rives des îles Jeannotte et aux Cerfs (secteur de Saint-Marc-sur-Richelieu) étant reconnus comme un habitat stratégique pour l'alevinage du chevalier cuivré, les îles bénéficient maintenant d'une certaine protection. Conservation de la Nature Canada a fait l'acquisition de l'île Jeannotte (13,68 ha) en 2006 et de l'île aux Cerfs (17,16 ha) en 2009. Cette dernière a par la suite été transférée au gouvernement du Québec et une servitude de conservation y est maintenue par CNC. Un projet de création d'un refuge faunique est en cours de préparation. Dès 2010, des activités de sensibilisation auprès des usagers du secteur ont été réalisées par CNC et le Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR). Les herbiers aquatiques autour des îles ont été balisés par quelque 46 bouées pour que les plaisanciers soient incités à ralentir et deux quais portant des affiches de sensibilisation ont été installés. Ailleurs, la Réserve nationale de faune des îles de Contrecœur, le parc des Îles-de-Boucherville et le refuge faunique de la Rivière-des-Mille-Îles fournissent également une certaine protection à quelques habitats du chevalier cuivré (MPO, 2011).

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Nous remercions Pierre Dumont et Daniel Hatin pour leurs commentaires constructifs sur la version préliminaire de ce document ainsi que les membres de l'Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, Marc-Antoine Couillard, Daniel Pouliot et Isabelle Gauthier du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) du Québec. La rédactrice exprime sa gratitude envers R.E. Jenkins et Pierre Dumont pour leurs nombreux et fructueux échanges depuis les 15 dernières années. Ce document constitue une mise à jour du rapport COSEPAC 2004 qui avait été rédigé par la même personne. Le premier rapport de situation sur le chevalier cuivré a été produit en 1987 par Jean-René Mongeau, Pierre Dumont, Louise Cloutier et Anne-Marie Clément et nous les en remercions. La confection de la carte de l'aire de répartition a été réalisée à partir de fichiers mis à notre disposition par le COVABAR (Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu). Nous remercions Lucie Veilleux, technicienne de la faune au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) du Québec, pour la réalisation des calculs des superficies des zones d'occurrence et d'occupation ainsi que pour la mise à jour de la carte de l'aire de répartition.

Experts contactés

Pierre Dumont, Ph. D., biologiste (retraité) et Daniel Hatin, biologiste, M.Sc.
Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec
Direction régionale de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie
Secteur de la faune
Longueuil (Québec)

R.E. Jenkins, Ph. D., professeur (retraité)
Roanoke College
Salem, Virginie
États-Unis

Michelle Courtemanche
Ostéothèque de Montréal
Département d'anthropologie
Université de Montréal
Montréal (Québec)

SOURCES D'INFORMATION

Aravindakshan, J., V. Paquet, M. Gregory, J. Dufresne, M. Fournier, D.J. Marcogliese et D. Cyr. 2004. Consequences of xenoestrogen exposure on male reproductive function in spottail shiners *(Notropis hudsonius)*, *Toxicol. Sci* 77:156-165.

Beauchard, O. 1998. Morphologie comparée des arcs branchial et pharyngien des cinq espèces de chevalier : *Moxostoma anisurum, Moxostoma carinatum, Moxostoma hubbsi, Moxostoma macrolepidotum et Moxostoma valenciennesi*, rapport présenté dans le cadre du cours d'initiation à la recherche, Montréal, Université du Québec à Montréal, 20 p.

Beaulieu, A. 1996. Évaluation de la rémanence de marques fluorescentes sur des suceurs cuivrés juvéniles (*Moxostoma hubbsi*) 18 mois après une première exposition à l'oxytétracycline, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, 10 p.

Bernatchez, L. 2004. Considérations génétiques et protocole de reproduction relatifs au plan de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), document présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec et à Pêches et Océans Canada, 43 p.

Bernier, L., P. Lachance, L. Quilliam et D. Gingras. 1998. Rapport sur l'état du Saint-Laurent – La contribution des activités urbaines à la détérioration du Saint- Laurent, Équipe conjointe bilan, composée de représentants d'environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy, rapport technique.

Berryman, D. 2008. État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Yamaska : faits saillants 2004-2006, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-53592-8 (PDF), 22 p.

Berryman, D., et A. Nadeau. 1998. Le bassin de la rivière Richelieu : contamination de l'eau par les métaux et certaines substances organiques toxiques, *in* Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique–1995, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 2.

Berryman, D., et A. Nadeau. 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : contamination de l'eau par les métaux et certaines substances organiques toxiques, *in* Le bassin versant de la rivière Yamaska : l'état de l'écosystème aquatique—1998, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14, section 3.

Bilodeau, P., Dumas, B. et H. Massé. 2004. Composition et état de santé de la communauté des poissons de la baie Missisquoi, lac Champlain, été 2003, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-23, xii + 43 p. + annexes.

Bisson, R, G. Dufour et I. Mathieu. 2002. Inventaire du chevalier cuivré sur la rivière des Mille Îles, secteur de Lachenaie et Saint-François (Laval), Éco-Nature, Parc de la Rivière-des-Mille-Îles, Laval, 15 p.

Bisson, R., et V. Gauvin. 2007. Rapport sur les actions de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) sur la rivière des Mille Îles, été automne 2006, Éco-Nature, Parc de la Rivière-des-Mille-Îles, Laval, iv + 49 p.

Blaquière, J., et A. Auclair. 1974. Chambly, Information Chambly enr., 170 p.

Boulet, M., J. Leclerc et P. Dumont. 1995. Programme triennal d'étude sur le suceur cuivré, rapport d'étape, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de Montréal, Laval, Lanaudière, Laurentides, Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, 61 p.

Boulet, M., Y. Chagnon et J. Leclerc. 1996. Recherche et caractérisation des aires de fraye des suceurs cuivré et ballot au bief d'aval du barrage de Saint-Ours (rivière Richelieu) en 1992, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport de travaux, n° 06-38, xi + 37 p.

Boutin, A., G. Lepage et R. Bisson. 2009. Rapport sur les actions de rétablissement réalisées pour le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) à la rivière des Mille Îles en 2008-09, Éco-Nature, Parc de la Rivière-des-Mille-Îles, Laval, iii + 15 p.

Boyer, C., D. Chaumont, I. Chartier et. A.G. Roy. 2010. Impact of climate change on the hydrology of St. Lawrence tributaries, *Journal of Hydrology* 384:65-83.

Branchaud, A., A.D. Gendron, J. F. Bergeron et P. Dumont. 1998. Proposition de changement du nom français du suceur cuivré, lettre adressée à Monsieur Gilles Harvey et datée du 21 janvier 1998, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction régionale de la Montérégie, 6 p.

Branchaud, A., D. Hatin, P. Cayer, L. Côté, P. Dumont et R. Fortin. 1995. Reproduction artificielle et élevage du suceur cuivré, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de Montréal, Laval, Lanaudière, Laurentides, Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, rapport de travaux n° 06-34, 49 p.

Branchaud, A., et A.D. Gendron. 1993. Artificial spawning and rearing of the Copper Redhorse, *Moxostoma hubbsi* (Teleostei: Catostomidae), *Can. Field. Nat.* 107:279-282.

Branchaud, A., et R. Fortin. 1998. Reproduction artificielle, élevage et comportement des jeunes stades du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), rapport préparé pour le Fonds pour le Rétablissement des Espèces Canadiennes en Péril, Université du Québec à Montréal, Montréal, 27 p.

Branchaud, A., et R.E. Jenkins. 1999. Pierre Fortin (1823–1888) et la première description scientifique du chevalier cuivré, *Moxostoma hubbsi*, *Can. Field. Nat.* 113:345-358.

Branchaud, A., L. Bernatchez, J. Leclerc et R. Fortin. 1996. Identification des larves et des œufs des suceurs, *Moxostoma*, par analyse de l'ADN mitochondrial (Québec), ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, rapport technique, 18 p.

Branchaud, A., M. Boulet, S. Pépin et R. Fortin. 1993. Essais de reproduction artificielle du suceur cuivré entrepris au cours de l'été 1993, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, rapport de travaux n° 06-34, 34 p.

Brassard, J. 2008. Contribution des ensemencements de larves et de juvéniles dans le rétablissement d'une espèce menacée, le chevalier cuivré, rapport final présenté à monsieur Pascal Sirois et monsieur Daniel Lord comme exigence partielle du cours 1GBI126, Diffusion des résultats de recherche du programme de baccalauréat en biologie, Université du Québec à Chicoutimi, vii + 23 pages.

Brodeur, P., comm. pers.2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, octobre 2012, biologiste, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

Brodeur, P., Y. Reyjol, M. Mingelbier, T. Rivière et P. Dumont. 2011. Prédation du gobie à taches noires par les poissons du Saint-Laurent : contrôle potentiel d'une espèce exotique? *Le Naturaliste canadien*, 135:4-11.

Buth, D.G. 1978. Biochemical systematics of the *Moxostomatini* (Cypriniformes, Catostomidae), thèse de doctorat, University of Illinois at Urbana-Champaign, 191 p.

Campbell, B.G. 2001. A study of the river redhorse, *Moxostoma carinatum* (Pisces: *Catostomidae*), in the tributaries of the Ottawa River, near Canada's National Capital and in a tributary of Lake Ontario, the Grand River, near Cayuga, Ontario, thèse présentée à l'École d'études supérieures et de recherches, Université d'Ottawa.

Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). 2012. Répertoire des barrages. http://www.cehq.gouv.qc.ca/Barrages/Default.asp#Nouvelle (consulté en août 2012).

Chagnon, Y. 2003a. Étude du chevalier cuivré du fleuve Saint-Laurent, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Lanaudière, Repentigny, rapport manuscrit des données de 2002 et du printemps 2003.

Chagnon, Y. 2003b. Pêche du chevalier cuivré du fleuve Saint-Laurent secteur Lavaltrie-Contrecœur, Direction de l'aménagement de la faune de Lanaudière, Repentigny, rapport manuscrit des données de 2003.

Chagnon, Y. 2004. Pêche du chevalier cuivré du fleuve Saint-Laurent secteur Lavaltrie-Contrecœur, Direction de l'aménagement de la faune de Lanaudière, Repentigny, rapport manuscrit des données de 2004.

Chagnon, Y. 2005. Pêche du chevalier cuivré du fleuve Saint-Laurent secteur Lavaltrie-Contrecœur, Direction de l'aménagement de la faune de Lanaudière, Repentigny, rapport manuscrit des données de 2005.

Clapin-Pépin, D. 1997. Au moins 25 millions de dollars pour le suceur cuivré, *Le Naturaliste canadien* 121:26-34.

Comité d'intervention. 1995. Plan d'intervention pour la survie du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 40 p.

Comité d'intervention. 1999. Plan d'intervention pour la survie du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Québec, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats, 55 p.

Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent. 2008. Portrait global de l'état du Saint-Laurent, Plan Saint-Laurent, Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent, 28 p.

Comtois, A., F. Chapleau, C.B. Renaud, H. Fournier, B. Campbell et R. Pariseau. 2004. Inventaire printanier d'une frayère multispécifique : l'ichtyofaune des rapides de la rivière Gatineau, Québec, *Canadian Field Naturalist* 118:521-529.

COSEPAC. 2002. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC du fouille-roche gris (*Percina copelandi*) au Canada – Mise à jour, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vii + 21 p.

COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada – Mise à jour, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vii + 42 p. http://www.sararegistry.gc.ca/sar/assessment/status_f.cfm

COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*) au Canada – Mise à jour, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vii + 36 p. http://www.sararegistry.gc.ca/sar/assessment/status_f.cfm

COSEPAC. 2007. Zones biogéographiques nationales d'eau douce du COSEPAC. http://www.cosewic.gc.ca/images/Fig2-FreshwaterBiogeographicZones_Fr.jpg

COSEPAC. 2009. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*), populations de l'Ontario et populations du Québec, au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vi + 52 p. http://www.sararegistry.gc.ca/sar/assessment/status_f.cfm

COSEPAC. 2010. Lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées (approuvées par le COSEPAC en avril 2010). http://www.cosepac.gc.ca/fra/sct2/sct2_8_f.cfm

COSEPAC. 2011. Définitions et abréviations. http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct2/sct2_6_f.cfm

Côté, C., comm. pers. 2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, 18 septembre 2012, biologiste, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

Côté, G., Albert, V. et L. Bernatchez. 2007. Caractérisation génétique de chevaliers cuivrés (*Moxostoma hubbsi*) reproducteurs de 2005-2006 et de leurs juvéniles ensemencés en 2006 dans la rivière Richelieu, rapport final présenté par l'Université Laval à Pêches et Océans Canada, 22 p. et 5 annexes.

Côté, G., N. Vachon et L. Bernatchez. 2010. Caractérisation génétique de chevaliers cuivrés (*Moxostoma hubbsi*) reproducteurs de 2007-2008-2009 et de leurs juvéniles ensemencés en 2007-2008-2009 dans la rivière Richelieu, rapport final présenté par l'Université Laval (Institut de biologie intégrative et des systèmes) à Pêches et Océans Canada.

Courtemanche, M. 2003. Pratiques halieutiques au site 4 de la Pointe-du-Buisson (BhFl-1) au sylvicole Moyen tardif (920-940 AD), mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en anthropologie, Université de Montréal, Département d'anthropologie, Faculté des arts et des sciences, xviii + 325 p.

Courtemanche, M., comm. pers. 2003. Communications verbales durant la rédaction du rapport du COSEPAC de 2004, Ostéothèque de Montréal, Département d'anthropologie, Université de Montréal.

Courtemanche, M., et V. Elliott. 1985. Identification des os de poissons provenant du site de Mandeville (CaFg-1), Ostéothèque de Montréal Inc., Université du Québec à Montréal, Dactylogramme, 4 p.

Croley, T.E., II. 2003. Great Lakes climate change hydrologic impact assessment: I.J.C. Lake Ontario-St. Lawrence River regulation study, Technical memorandum glerl-126, National Oceanic and Atmospheric Administration, Ann Arbor (Michigan).

Cudmore, B., et N.E. Mandrak. 2011. Synopsis des données biologiques sur la tanche (*Tinca tinca*), *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. Sci.* 2948:v + 29 p.

Cuerrier, J.P., F.E.J. Fry et G. Préfontaine. 1946. Liste préliminaire des poissons de la région de Montréal et du lac Saint-Pierre, *Le Naturaliste canadien* 73:17-32.

Cusson, B., et Y. de Lafontaine. 1997. Présence et abondance des larves de moules zébrées dans la rivière Richelieu et le Saint-Laurent en 1996, Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, rapport scientifique et technique n° ST-143, 58 p.

de Lafontaine, Y., G. Costan, B. Cusson et D. Labonté. 2002b. Colonisation et croissance de la moule zébrée dans la rivière Richelieu entre 1997 et 2000, Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, rapport scientifique et technique n° ST-223F, 43 p.

de Lafontaine, Y., N.L. Gilbert, F. Dumouchel, C. Brochu, S. Moore, E. Pelletier, P. Dumont et A. Branchaud. 2002a. Is chemical contamination responsible for the decline of the Copper Redhorse (*Moxostoma hubbsi*), an endangered fish species, in Canada? *The Science of the Total Environment* 298:25-44.

Dermott, R., et D. Kerec. 1997. Changes in the deepwater benthos of eastern Lake Erie since the invasion of *Dreissena*: 1979-1993, *Canadian Field Naturalist* 102:81-86.

Desrochers, D. 2009. Validation de l'efficacité de la passe multiespèces Vianney-Legendre au Lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours – saison 2008, rapport préparé par Milieu inc., pour Parcs Canada, Québec, 66 p + annexes.

Direction générale de la protection de la faune. 2011a. Chevalier cuivré : Plan de protection provincial 2010-2013, Protection de la faune de l'Estrie-Montréal-Montérégie, 20 p.

Direction générale de la protection de la faune. 2011b. Chevalier cuivré : Bilan du plan de protection provincial 2010-2011, 6 p.

Dubuc, N. 1999. Composition des communautés de poisons et relations espèces-habitat dans 11 tributaires de la rive nord de la rivière des Outaouais, rapport de recherche présenté à l'Université du Québec à Montréal comme exigence partielle de la maîtrise en sciences de l'environnement, 137 p. + annexes.

Dumont, P. 1996. Comparaison de la dynamique des populations de perchaudes (*Perca flavescens*) soumises à des niveaux différents de stress anthropique, thèse présentée à l'Université du Québec à Montréal comme exigence partielle au doctorat en sciences de l'environnement, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, rapport technique n° 06-46, xxvi + 286 p.

Dumont, P., comm. pers. 2003. Communications verbales durant la rédaction du rapport du COSEPAC de 2004, biologiste, Société de la faune et des Parcs du Québec.

Dumont, P., J. Leclerc, J.-D. Allard et S. Paradis. 1997. Libre passage des poissons au barrage de Saint-Ours, rivière Richelieu, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune et Direction des ressources matérielles et des immobilisations, Québec, et ministère du Patrimoine canadien (Parcs Canada), xiii + 88 p.

Dumont, P., N. Vachon, J. Leclerc et A. Guibert. 2002. Introduire délibérément un poisson au Canada peut être facile : l'exemple de l'implantation de la tanche dans le sud du Québec, p. 169-177, *in* R. Claudi, P. Nantel et E. Muckle-Jeffs (éd.), Envahisseurs exotiques des eaux, milieux humides et forêts du Canada, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada.

Eastman, J.T. 1977. The pharyngeal bones and teeth of Catostomid fishes, *American Midland Naturalist* 97:68-87.

Emery, E.B., T.P. Simon et R. Vies. 1999. Influence of the family Catostomidae on the metrics developed for a great river index of biotic integrity, p. 203-224, *in* T.P. Simon (éd.), Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish Communities, CRC Press, Washington D.C., New York.

Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec. 2012. Plan de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Québec – 2012-2017, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec, 55 p.

Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec. 2014. Sous presse, Bilan du rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) pour la période 1992-2012, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Faune Québec.

Équipe de rétablissement du chevalier cuivré. 2005. Plan de rétablissement pour la survie du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) 2004-2008, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction du développement de la faune, Québec, 77 p.

Fleury, C., et D. Desrochers. 2003. Validation de l'efficacité des passes à poissons au lieu historique du Canal-de-Saint-Ours – saison 2002, rapport préparé par Milieu inc., pour Parcs Canada, Québec, 69 p + annexes.

Fleury, C., et D. Desrochers. 2004. Validation de l'efficacité des passes à poissons au lieu historique du Canal-de-Saint-Ours – saison 2003, par Milieu inc., pour Parcs Canada, Québec, 79 p. + annexes.

Fleury, C., et D. Desrochers. 2005. Validation de l'efficacité des passes à poissons au lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours – saison 2004, par Milieu inc., pour Parcs Canada, Québec, 116 p. + annexes.

Fleury, C., et D. Desrochers. 2006. Validation de l'efficacité de la passe multiespèces Vianney-Legendre au Lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours – saison 2005, par Milieu inc., pour Parcs Canada, Québec, 80 p. + annexes.

Fortin, P., comm. pers. 2012. Communications verbales durant la réunion de l'Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec tenue le 25 octobre 2012, lieutenant à la Direction de la protection de la faune, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

Fortin, R., J. D'Amours et S. Thibodeau. 2002. Effets de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et sur le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies, rapport synthèse 1995-1999, pour l'Unité Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec et la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, Laval et de la Montérégie, département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal.

Fournier, D. 1998. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du tronçon Grondines – Saint-Nicolas en 1997, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, 72 p.

Fournier, D., F. Cotton, Y. Mailhot, D. Bourdeau, J. Leclerc et P. Dumont. 1996. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques des habitats lentiques du lac Saint-Pierre et de son archipel en 1995, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de la Mauricie – Bois-Francs, Direction régionale de la Montérégie, 59 p.

Fournier, D., J. Leclerc, P. Dumont et B. Bélanger. 1997a. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du lac Saint-François en 1996, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Direction régionale de la Montérégie, Québec, n° de cat. 3642-97-08, 62 p.

Fournier, D., J. Leclerc, P. Dumont et B. Bélanger. 1998b. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du lac Saint-Louis en 1997, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Direction régionale de la Montérégie, 91 p.

Fournier, D., Y. Mailhot et D. Bourbeau. 1997b. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du tronçon Gentilly-Batiscan en 1996, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Direction générale de la Mauricie – Bois-Francs, Québec, 61 p.

Fournier, D., Y. Mailhot et D. Bourdeau. 1998a. Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques des habitats lotiques du lac Saint-Pierre en 1997, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Direction régionale Mauricie – Bois-Francs, 47 p.

Gangbazo, G., et A. Le Page. 2005. Détermination d'objectifs relatifs à la réduction des charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension dans les bassins versants prioritaires, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, Québec, envirodoq n° ENV/2005/96, 28 p.

Gangbazo, G., J. Roy et A. Le Page. 2005. Capacité de support des activités agricoles par les rivières : cas du phosphore total, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre, Québec. envirodoq nº ENV/2005/0215, 31 p.

Gariépy, S. 2008. Déplacements, domaines vitaux, sélection et caractérisation des habitats des chevaliers cuivrés adultes dans le système du fleuve Saint-Laurent, Québec, CANADA, mémoire présenté à l'Université du Québec à Rimouski comme exigence partielle du programme de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats, x + 167 p.

Gendron, A. D., et A. Branchaud. 1997. Impact potentiel de la contamination du milieu aquatique sur la reproduction du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) : Synthèse des connaissances, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport technique n° 16-02, xvi + 160 p.

Gendron, A., et A. Branchaud. 1991. Identification des œufs de Catostomidés récoltés au bassin de Chambly en juillet 1991, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, rapport de travaux n° 06-18, 11 p. + 2 annexes.

Gendron, A.D., et A. Branchaud. 2001. Dossier de présentation du refuge faunique des rapides de Chambly pour la protection du chevalier cuivré, Québec, Faune et Parcs, Direction régionale de la Montérégie, Longueuil et Direction de la faune et des habitats, vi + 46 p.

Gendron, M. 1986. Rivière-des-Prairies, suivi de l'aménagement du haut-fond, printemps 1986, Le groupe de recherche SEEEQ ltée, pour la Direction Environnement, Hydro-Québec.

Gendron, M. 1987. Rivière-des-Prairies, suivi de l'aménagement du haut-fond, printemps 1987, Le groupe de recherche SEEEQ ltée, pour la Direction Environnement, Hydro-Québec.

Gendron, M. 1988. Rivière-des-Prairies, suivi de l'aménagement du haut-fond, synthèse 1982-1988, Le groupe de recherche SEEEQ ltée, pour le Service de recherches en environnement et santé publique, vice-présidence Environnement, Hydro-Québec.

Gimenez Dixon, M. 1996. *Moxostoma hubbsi*, *in* IUCN 2012, IUCN Red List of Threatened Species, version 2012.1. www.iucnredlist.org (consulté le 14 août 2012; en anglais seulement).

Giroux, I. 2000. Suivi des pesticides dans la rivière Richelieu près des sites de fraie du Chevalier cuivré, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec, 9 p. et 2 annexes.

Giroux, I., C. Robert et N. Dassylva. 2006. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans des cours de zones en culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004, et dans les réseaux de distribution d'eau potable, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction des politiques de l'eau et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 57 p. et 5 annexes.

Giroux, I., et L. Pelletier. 2012. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans quatre cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2008, 2009 et 2010, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 46 p. et 3 annexes.

Gravel, Y., et J. Dubé. 1980. Le barrage de l'île du Moulin et la circulation des poissons, en particulier de l'alose savoureuse *Alosa sapidissima* (Wilson), dans les cours d'eau de l'archipel de Montréal, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la recherche faunique, Service de la faune aquatique, v + 42 p.

Groupe conseil GENIVAR. 2002. Validation de l'efficacité des passes à poissons au lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours, rapport préparé par le Groupe conseil GENIVAR pour Parcs Canada, Québec, 45 p.

Grünbaum, T., R. Cloutier et P. Dumont. 2003. Congruence between chondrification and ossification sequences during caudal skeleton development: a Moxostomatini case study, H. Browman et A.B. Skiftesvik (éd.), The Big Fish Bang: Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference, Bergen, juillet 2002.

Guibert, A. 2000. La tanche (*Tinca tinca*) dans le Haut-Richelieu : État des connaissances et perspectives, rapport de stage de maîtrise en Sciences et Techniques en Ingénierie des Milieux Aquatiques et Corridors Fluviaux, Université de Tours (FRANCE).

Harris, P.M., R.L. Mayden, H.S. Espinosa Pérez et F. Garcia De Leons. 2002. Phylogenetic relationships of *Moxostoma* and *Scartomyzon* (Catostomidae) based on mitochondrial cytochrome *b* sequence data, *Journal of Fish Biology* 61:1433-1452.

Harvey, G. 1979. Les métaux lourds et les composés organochlorés dans la chair des poissons du bassin versant de la Yamaska, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, rapport technique n° 06-30, 80 p.

Hatin, D., J. Morin, S. Martin et P. Dumont. 2010. Modélisation de l'habitat printanier et automnal des chevaliers cuivrés adultes, communication scientifique présentée à l'atelier de travail sur l'utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré pour la définition des habitats essentiels de l'espèce en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 18 mars 2010.

Hatin, D., S. Gariépy, P. Dumont, R. Dumas, Y. Bilodeau, M. Mingelbier, J. Morin, C. Côté, S. Desloges, Y. Chagnon, J. Leclerc et J. Novotni. 2009. Habitats des chevaliers cuivrés adultes, communication scientifique présentée à l'atelier de travail sur l'utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré pour la définition des habitats essentiels de l'espèce en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 17 et 18 mars 2009.

Hébert, S. 2006. La qualité de l'eau du secteur fluvial : paramètres physico-chimiques et bactériologiques, Suivi de l'état du Saint-Laurent, 4 p. http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Qualite_eau_parametre_2006_f.pdf.

Hébert, S., et J. Belley. 2005. Le Saint-Laurent – La qualité des eaux du fleuve 1990-2003, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2005/0095, collection n° QE/156, 25 p. et 3 annexes.

Hudon, C., A. Cattaneo, A.-M. Tourville Poirier, P. Brodeur, P. Dumont, Y. Mailhot, J.-P. Amyot, S.-P. Despatie et Y. de Lafontaine. 2011. Oligotrophication from wetland epuration alters the riverine trophic network and carrying capacity for fish, *Aquatic Sciences – Research Across Boundaries*, p. 1-17.

Hudon, C., et R. Carignan. 2008. Cumulative impacts of hydrology and human activities on water quality in the St. Lawrence River (Lake Saint-Pierre, Quebec, Canada), *J. can. sci. halieut. aquat.*, 65:1165-1180.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2011. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria, version 9.0, préparées par le Standards and Petitions Subcommittee. http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf (en anglais seulement).

Jenkins, R.E. 1970. Systematic studies of the Catostomid fish tribe *Moxostomatini*, thèse de doctorat, Cornell University, Ithaca (New York), 800 p.

Jenkins, R.E., comm. pers. 2003. Communications verbales durant la rédaction du rapport du COSEPAC de 2004, professeur, Roanoke College (Virginie).

Jenkins, R.E., comm. pers. 2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, 30 août 2012, professeur retraité, Roanoke College (Virginie).

Jenkins, R.E., et N.M. Burkhead. 1994. Freshwater Fishes of Virginia, American Fisheries Society, Bethesda (Maryland), 1079 p.

Jones, N., comm. pers. 2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, 9 septembre 2012, chargé de projets scientifiques et coordonnateur des CTA, secrétariat du COSEPAC.

Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities, *Fisheries* 6(6):21-27.

Kornis, M.S., N. Mercado-Silva et M.J. Vander Zanden. 2012. Twenty years of invasion: a review of Round Goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications, *Journal of Fish Biology* 80:235-285.

La Haye, M., C. Bélanger, J. Leclerc et P. Dumont. 1992. Observations sur la reproduction du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) dans le Bassin de Chambly en 1991, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, rapport de travaux n° 06-19, 39 p.

La Haye, M., et M. Huot. 1995. Situation du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Québec : espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable, Québec, Le groupe de recherche SEEEQ ltée, pour le ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 50 p.

La Haye, M., et S. Clermont. 1997. Libre passage des poissons au barrage de Saint-Ours, rivière Richelieu, étude des concentrations de poissons en aval du barrage, rapport technique, réalisé par Enviro-Science inc., pour Parcs Canada, 15 p. + annexes.

La Haye, M., S. Desloges, Y. Chagnon, J. Leclerc et M. Boulet. 1993. Mise au point de la méthode de localisation des aires de reproduction du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) et du suceur ballot (*Moxostoma carinatum*) dans les rapides de Chambly (rivière Richelieu) par radio-télémétrie, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, rapport de travaux n° 06-25, 39 p. 151 p.

La Violette N., et P. Dumont. 2005. Rapport d'opération du suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Lac Saint-François 2004, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, secteur Faune Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 17 p.

La Violette N., P. Dumont et I. Koukouchkine. 2006. Rapport d'opération du suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Lac Saint-Louis 2005, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, secteur Faune Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 24 p.

La Violette, N. 1996. A comparison of past and present fish associations in the Yamaska River, Quebec: a search for ecological responses to sewage treatment, thèse de maîtrise, Department of Zoology and Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto (Ontario), 89 p.

La Violette, N. 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu, *in* Le bassin versant de la rivière Yamaska : l'état de l'écosystème aquatique—1998, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14, section 6.

La Violette, N., D. Fournier, P. Dumont et Y. Mailhot. 2003. Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.

Lajeunesse, A., C. Gagnon, F. Gagné, S. Louis, P. Čejka et S. Sauvé. 2011. Distribution of antidepressants and their metabolites in brook trout exposed to municipal wastewaters before and after ozone treatment – Evidence of biological effects, *Chemosphere* DOI:10.1016/j.chemosphere.2010.12.02.

Lambert, S. 2011. Impacts des changements climatiques sur la disponibilité de l'eau dans le sud du Québec, essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement, Université de Sherbrooke, 58 p.

Leclerc, J., et N. Vachon. 2008. Migration des poissons et captures de chevaliers cuivrés dans la passe Vianney-Legendre en 2007 (rivière Richelieu). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-40, vi + 20 p. + 2 annexes.

Legendre, V. 1942. Redécouverte après un siècle et reclassification d'une espèce de Catostomidé, *Le Naturaliste canadien* 69:227-233.

Legendre, V. 1943. Un nouveau poisson pour la province de Québec, *Rev. Canad. Biol.* 2:105-107.

Legendre, V. 1954. Les poissons d'eau douce, volume 1, Clef des poissons de pêche sportive et commerciale de la province de Québec, Société canadienne d'écologie, Montréal, Office de biologie, ministère de la Chasse et des Pêcheries, Province de Québec, 180 p.

Legendre, V. 1964. Les vivants du Québec; les découvertes récentes, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la Faune, Québec, rapport n° 3 : 170-186.

Lippé C., P. Dumont et L. Bernatchez. 2004. Isolation and identification of 21 microsatellite loci in the Copper Redhorse (*Moxostoma hubbsi*; Catostomidae) and their variability in other catostomids, *Molecular Biology Notes* 4:638–641.

Lippé, C., P. Dumont et L. Bernatchez. 2006. High genetic diversity and no inbreeding in the endangered Copper Redhorse, *Moxostoma hubbsi* (Catostomidae, Pisces): the positive sides of a long generation time, *Molecular Ecology* 15:1769-1780.

Magnan, P., P. Brodeur, N. Vachon, Y. Mailhot, P. Dumont et Y. Paradis. *En préparation*, État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2011 et bilan du plan de gestion de 2008, Comité aviseur scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs.

Maltais, D., et R.L. Roy. 2007. A lateral flow immunoassay for rapid evaluation of vitellogenin levels in plasma and surface mucus of the Copper Redhorse (*Moxostoma hubbsi*), *Environ. Toxicol. Chem.* 26:1672-1676.

Maltais, D., et R.L. Roy. 2009. Purification and partial characterization of vitellogenin from shorthead redhorse (*Moxostoma macrolepidotum*) and Copper Redhorse (*Moxostoma hubbsi*) and detection in plasma and mucus with a heterologous antibody, *Fish Physiol. Biochem.* 35:241-254.

Maltais, D., R.L. Roy et C.M. Couillard. 2010. Hybrid ELISAs for vitellogenins of the endangered Copper Redhorse *Moxostoma hubbsi* and the shorthead redhorse *Moxostoma macrolepidotum* (Cypriniformes, Catostomidae), *Ecotoxicol. Environ. Safety* 73(5):883-892.

Massé, G., et J.-R. Mongeau. 1974. Répartition géographique des poissons, leur abondance relative et bathymétrie de la région du lac Saint-Pierre, Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, rapport technique n° 06-01.

Massé, G., et J.-R. Mongeau. 1976. Influence de la navigation maritime sur la répartition géographique et l'abondance des poisons du fleuve Saint-Laurent entre Longueuil et Sorel, Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, rapport technique n° 06-10.

Massé, G., J. Leclerc, P. Levesque et L. Saulnier. 1981. Les frayères du rapide du Grand-Moulin, rivière des Mille-Îles, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal.

Massé, H., et P. Bilodeau. 2003. Vérification de l'identification des dards en collection et mise à jour de la liste des mentions de fouille-roche gris (*Percina copelandi*), Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-12, v + 11 p. et annexes.

Massé, H.. et J. Leclerc. 2008. Guide révisé d'identification des Catostomidés du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, Longueuil – rapport technique n° 16-38, vi + 20 p. + annexes.

Masson, S., Y. de Lafontaine, A.-M. Pelletier, G. Verreault, P. Brodeur, N. Vachon et H. Massé. 2013. Dispersion récente de la tanche (*Tinca tinca*) au Québec, *Le Naturaliste canadien* 137(2):55-61.

MDDEFP (ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs). 2014. Données MDDEFP-UQTR-Lampsilis-Poissons d'eau douce, Observatoire global du Saint-Laurent. http://OGSL.ca (consulté le 13 février 2014).

Mingelbier, M., Y. Reyjol, P. Dumont, Y. Mailhot, P. Brodeur, D. Deschamps et C. Côté. 2008. Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent, Suivi de l'état du Saint-Laurent, 8 p. http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Communautes_poissons_2008_f.pdf

Mingelbier, M., Y. Reyjol, P. Brodeur, C. Côté, P. Dumont, F. Lecomte, Y. Mailhot, Y. Paradis, G. Richard et N. Vachon. 2012. Un géant sous-pression! Cartographie des principales pressions du Saint-Laurent en 2012, affiche présentée à l'atelier sur la faune aquatique en 2012, Québec.

Modde, T., Z.H. Bowen et D.C. Kitcheyan. 2005. Spatial and temporal use of a spawning site in the Middle Green River by wild and hatchery-reared razorback suckers, *Trans. Amer. Fish. Soc.* 134:937-944.

Mongeau, J.-R. 1965. Inventaire ichtyologique de la rivière des Outaouais de Greece's Point à l'embouchure de la rivière du Nord, été 1965, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, 11 p.

Mongeau, J.-R. 1979a. Dossiers des poissons du bassin versant de la Baie Missisquoi et de la rivière Richelieu, 1954 à 1977, Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région administrative de Montréal, rapport technique n° 06-24, 251 p.

Mongeau, J.-R. 1979b. Les poissons du bassin de drainage de la rivière Yamaska, 1963 à 1975, Québec, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région administrative de Montréal, rapport technique n° 06-22, 191 p.

Mongeau, J.-R. 1979c. Recensement des poissons du lac Saint-François comtés de Huntingdon et Vaudreuil-Soulanges, pêche sportive et commerciale, ensemencements de maskinongés, 1963 à 1967, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région administrative de Montréal, rapport technique n° 06-25, 125 p.

Mongeau, J.-R., et G. Massé. 1976. Les poissons de la région de Montréal, la pêche sportive et commerciale, les ensemencements, les frayères, la contamination par le mercure et les PCB, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région administrative de Montréal, rapport technique n° 06-13, 286 p.

Mongeau, J.-R., et V. Legendre. 1976. Les ressources fauniques du bassin inférieur de la rivière Saint-François : évolution des populations en dix ans, 1965-1974, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune et Service de la recherche biologique, Direction régionale de Montréal, rapport technique n° 06-14, 126 p.

Mongeau, J.-R., P. Dumont et L. Cloutier. 1986. La biologie du suceur cuivré, *Moxostoma hubbsi*, une espèce rare et endémique à la région de Montréal, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, rapport technique n° 06-39, 137 p.

Mongeau, J.-R., P. Dumont et L. Cloutier. 1992. La biologie du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) comparée à celle de quatre autres espèces de *Moxostoma* (*M. anisurum, M. carinatum, M. macrolepidotum, M. valenciennesi*), *Rev. can. zoo.* 70:1354-1363.

Mongeau, J.-R., P. Dumont, L. Cloutier et A.-M. Clément. 1988. Le statut du chevalier cuivré, *Moxostoma hubbsi*, au Canada, *Can. Field. Nat.* 102:132-139.

Mongeau, J-R. 1984. Les suceurs, *Moxostoma*, et les meuniers, *Catostomus*, de la région de Montréal, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, tableau d'identification.

Mongeau, J-R., L. Leclerc et J. Brisebois. 1980. La répartition géographique des poissons, les ensemencements, la pêche sportive et commerciale, les frayères et la bathymétrie du fleuve Saint-Laurent dans le bassin de La Prairie et les rapides de Lachine, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, rapport technique n° 06-29.

Mongeau, J-R., L. Leclerc et J. Brisebois. 1981. Les poissons du bassin de drainage de la rivière Maskinongé, la bathymétrie, la répartition et l'abondance relative des espèces, la croissance du maskinongé, les ensemencements, les frayères et la pêche sportive, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, rapport technique n° 06-31.

Mongeau, J-R., L. Leclerc et J. Brisebois. 1982. La dynamique de la reconstitution des populations de l'esturgeon jaune *Acipenser fulvescens* du lac des Deux Montagnes, province de Québec de 1964 à 1979, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de Montréal, rapport technique n° 06-33, 194 p.

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2005. Guide de consultation sur l'ajout du chevalier cuivré à la Liste des espèces en péril en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 20 p. http://www.registrelep.gc.ca/virtual_sara/files/public/cd_copper_redhorse_1105_f.pdf

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2007a. Évaluation du potentiel de rétablissement du chevalier cuivré *(Moxostoma hubbsi)*, Secrétariat canadien de consultation scientifique, Ottawa, avis scientifique 2007/043, 19 p.

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2007b. Analyse socio-économique de l'inscription du chevalier cuivré à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*, Direction régionale des politiques et de l'économie, Pêches et Océans, 24 p.

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2009. Utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré et quantification de la qualité de l'habitat – Partie 1, du 17 au 18 mars 2009, Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO, compte rendu 2009/030.

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2011. Avis sur la désignation de l'habitat essentiel du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Secrétariat canadien de consultation scientifique, avis scientifique 2010/072.

MPO (Ministère des Pêches et Océans du Canada). 2012. Programme de rétablissement du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, xi + 64 p. http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/document/default_f.cfm?documentID=1565

NatureServe. 2012. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life (application Web), version 7.1, NatureServe, Arlington (Virginie). http://www.natureserve.org/explorer (consulté le 14 août et le 11 novembre 2012; en anglais seulement).

Nilo Mellado, P. 1996. Force des classes d'âge, habitats et alimentation des esturgeons jaunes (*Acipenser fulvescens*) juvéniles du système Saint-Laurent, Université du Québec à Montréal, mémoire de maîtrise en sciences biologiques, 92 p.

Ostéothèque de Montréal Inc. 1984. Analyse zooarchéologique des ossements provenant du site Place Royale, Montréal (BjFj–3), Ostéothèque de Montréal Inc., département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal, rapport n° 4, 63 p.

Paradis, Y., comm. pers. 2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, 15 août 2012, biologiste, Direction de la faune aquatique, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

Parent, S., et L.M. Schriml. 1995. A model for the determination of fish species at risk based upon life-history traits and ecological data, *J. can. sci. halieut. aquat.* 52:1768-1781.

Pariseau, R., H. Fournier, J-P. Harnois et G. Michon. 2009. Recherche de fouille-roche gris (*Percina copelandi*), et de méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) dans la rivière des Outaouais entre Carillon et Rapides-des-Joachims, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts de l'Outaouais, Gatineau, 20 p.

Pelletier, A.-M., G. Verreault et A. Simard. 2012. Le réseau de détection précoce des espèces aquatiques exotiques et envahissantes du Saint-Laurent : bilan des activités 2007-2010, *Le Naturaliste canadien* 136(3):73-79.

Piché, I. 1998. Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, *in* Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique–1995, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 4.

Piché, I., et M. Simoneau. 1998. Le bassin de la rivière Richelieu : profil géographique, sources de pollution, intervention d'assainissement et qualité des eaux, *in* Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique – 1995, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 1.

Poos, M., A.J. Dextrase, A.N. Schwalb et J.D. Ackerman. 2010. Secondary invasion of the Round Goby into high diversity Great Lakes tributaries and species at risk hotspots: potential new concerns for endangered freshwater species, *Biological Invasions* 12:1269-1284.

Primeau, S., N. La Violette, J. Saint-Onge et D. Berryman. 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : profil géographique, sources de pollution et interventions d'assainissement, section 1, *in* ministère de l'Environnement (éd.), Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

Provost, J., et R. Fortin. 1984. Suivi écologique de l'ichtyofaune en période de construction, centrale Rivière-des-Prairies, remplacement de l'évacuateur de crue, rapport préparé pour la Vice-Présidence Environnement, Hydro-Québec, Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.

Provost, J., R. Fortin, G. Patenaude, J. Picotte et P.P. Hazel. 1982. Localisation des frayères et utilisation des hauts-fonds par la faune ichtyenne, site Rivière-des-Prairies, projet de remplacement de l'évacuateur de crue et d'arasement d'un haut-fond, Direction de l'environnement, Hydro-Québec, Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.

Reyjol, Y., P. Brodeur, Y. Mailhot, M. Mingelbier et P. Dumont. 2010. Do native predators feed on exotic prey? The case of Round Goby in a fluvial piscivorous fish assemblage, *Journal of Great Lakes Research* 36:618-624.

Robichaud, A., et R. Drolet. 1998. Rapport sur l'état du Saint-Laurent – Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent, Équipe conjointe bilan, composée de représentants d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy, rapport technique.

Robins, C.R., et E.C. Raney. 1956. Studies of the catostomid fishes of the genus *Moxostoma*, with descriptions of two new species, Cornell University Agricultural Experiment Station, Mem. 343, 1-56.

Saint-Jacques, N. 1998. Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu, *in* Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique—1995, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 5.

Saint-Onge, J. 1999. Le bassin de la rivière Yamaska: les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, section 5, *in* ministère de l'Environnement (éd.), Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada, bulletin 184, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa, 1026 p.

Simoneau, M. 1993. Qualité des eaux de la rivière Richelieu, 1979 à 1992, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, envirodoq n° EN930016, rapport n° QE-83-1.

Simoneau, M., et G. Thibault. 2009. État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Richelieu : faits saillants 2005-2007, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-50-56454 (PDF), 23 p.

Sirois, C., comm. pers. 2012. Correspondance par courriel adressée à N. Vachon, 19 novembre 2012, technicien de la faune, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

Sloterdijk, H. 1977. Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent, rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, rapport technique n° 7.

Société de la faune et des parcs du Québec. 2002. Rapport sur les impacts de la production porcine sur la faune et les habitats, Vice-présidence au développement et à l'aménagement de la faune, 72 p.

Soucy-Gonthier, N., D. Marceau, M. Delage, A. Cogliastro, G. Domon et A. Bouchard. 2003. Détection de l'évolution des superficies forestières en Montérégie entre juin 1999 et août 2002 à partir d'images satellitaires *LANDSAT-TM*, rapport présenté à l'Agence forestière de la Montérégie (AFM), 29 p.

Stewart, T., et J.M. Haynes. 1994. Benthic macroinvertebrate communities of southwestern Lake Ontario following invasion of *Dreissena*, *Journal of Great Lakes Research* 20:479-493.

Trautman, M.B. 1981. The Fishes of Ohio with Illustrated Keys, 2e éd. Ohio State University Press, Colombus (Ohio).

Turgeon, Y. 1995. Suceur cuivré. Transport des œufs, des adultes et des alevins, incubation, élevage des larves et des embryons, stabulation des géniteurs, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats.

Vachon, N. 1999a. Écologie des juvéniles 0+ et 1+ de chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce menacée, comparée à celle des quatre autres espèces de *Moxostoma* (*M. anisurum, M. carinatum, M. macrolepidotum, M. valenciennesi*) dans le système de la rivière Richelieu, mémoire présenté à l'Université du Québec à Montréal comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-06, xvi + 175 p.

Vachon, N. 1999b. Suivi de l'abondance relative des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu en septembre 1999 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Société de la faune et des parcs du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport technique n° 16-05, vii + 25 p.

Vachon, N. 2002. Variations interannuelles de l'abondance des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu de 1997 à 2001 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Société de la faune et des parcs du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, rapport technique n° 16-08.

Vachon, N. 2003a. Guide et clé d'identification des juvéniles de chevaliers (genre *Moxostoma*) du Québec, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-14F, vi + 26 p. et 2 annexes.

Vachon, N. 2003b. L'envasement des cours d'eau : processus, causes et effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés dont le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-13, vi + 47 p.

Vachon, N. 2007a. Chevalier cuivré : bilan des activités de rétablissement, p. 1-9, *in* Fournier, D., M. Bernard et V. Cauchon (éd). 2007. Compte rendu de l'atelier sur les pêches commerciales 2007, document de régie interne, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, secteur Faune Québec, Direction du développement de la faune, Québec, 86 p., Québec (Québec), 22-24 janvier 2007.

Vachon, N. 2007b. Bilan sommaire du suivi du recrutement des chevaliers dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu de 2003 à 2006 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-34, vii + 31 p. + 1 annexe.

Vachon, N. 2009. Utilisation de l'habitat par les larves, les juvéniles et subadultes de chevalier cuivré et quantification de la qualité de l'habitat, communication scientifique présentée à l'atelier de travail sur l'utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré pour la définition des habitats essentiels de l'espèce en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 17 et 18 mars 2009.

Vachon, N. 2010a. Reproduction artificielle, ensemencements et suivi du recrutement du chevalier cuivré en 2009, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Unité de gestion des ressources naturelles et de la faune de Montréal-Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-44, vii + 28 p. + 5 annexes.

Vachon, N. 2010b. L'habitat des jeunes stades et des subadultes de chevaliers dans la rivière Richelieu et réflexions sur la désignation de l'habitat essentiel des jeunes chevaliers cuivrés dans son aire de répartition, communication scientifique présentée à l'atelier de travail sur l'utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré pour la définition des habitats essentiels de l'espèce en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 18 mars 2010.

Vachon, N. 2010c. Besoins et comportements probables du chevalier cuivré pour la reproduction, la localisation et l'estimation de la superficie de frayère potentielle dans la rivière Richelieu, communication scientifique présentée à l'atelier de travail sur l'utilisation de l'habitat par le chevalier cuivré pour la définition des habitats essentiels de l'espèce en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, 18 mars 2010.

Vachon, N. 2014. En révision finale, Reproduction artificielle, ensemencements et suivi de la population du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) en 2013, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction régionale de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, secteur de la faune, rapport technique n° 16-46, xii + 34 p.

Vachon, N., et P. Dumont. 2000. Caractérisation des premières mentions de capture de la tanche (*Tinca tinca* L.) dans le Haut-Richelieu (Québec), Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-07, ix + 25 p.

Vachon, N., et Y. Chagnon. 2004. Caractérisation de la population de chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) du fleuve Saint-Laurent (secteur Lavaltrie-Contrecœur) à partir des captures fortuites d'un pêcheur commercial en 1999, 2000 et 2001, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, rapport technique n° 16-16, ix + 74 pages + annexes.

Vachon, N., P. Dumont, P. Brodeur, C. Côté, Y. Mailhot, M. Mingelbier et Y. Paradis. 2013b. Réseau de suivi ichtyologique : le lac Saint-François de 1996 à 2009, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 16 p.

Vachon, N., S. Velásquez, P. Grondin et H. Massé. 2013a. Premiers essais de cryopréservation de la laitance du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), résumé de la conférence présenté à l'atelier sur la faune aquatique, Québec, 19-21 février 2013, *in* Fournier, D. et V. Cauchon (éd). 2013. Compte rendu de l'atelier sur la faune aquatique 2013, document de régie interne, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 77 p.

Vachon, N., S. Velásquez-Medina et P. Grondin. 2014. En révision finale, Motilité des spermatozoïdes du chevalier cuivré dans les différents traitements de cryopréservation en 2013, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction régionale de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, secteur de la faune, xi + 31 p.

Verdon, R., D. Desrochers et P. Dumont. 2003. Recruitment of American eels in the Richelieu River and Lake Champlain: provision of upstream passage as a regional-scale solution to a large-scale problem, *American Fisheries Symposium* 33:125-138.

Verhaar, P.M. 2010. Numerical modelling of the impact of climate change on the morphology of Saint-Lawrence tributaries, thèse présentée à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Philosophiæ Doctor (Ph. D.) en géographie, Université de Montréal, Québec, xxviii + 157 p. + 4 annexes.

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU OU DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

Nathalie Vachon est biologiste en faune aquatique à l'emploi du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) du Québec. Dans le cadre de ses activités professionnelles, elle touche à des sujets variés comme les espèces en situation précaire, les espèces exotiques et envahissantes, la dynamique et la gestion des populations et la protection des habitats. Madame Vachon a commencé à s'intéresser au chevalier cuivré en 1997 lors de ses études de cycles supérieurs qui ont porté sur les aspects écologiques des stades juvéniles. Elle fait partie de l'équipe de rétablissement du chevalier cuivré depuis 1998 et a participé à la rédaction de plusieurs plans de rétablissement ainsi qu'aux travaux qui ont mené à la description de l'habitat essentiel du chevalier cuivré. Depuis 2003, elle est en charge de plusieurs activités de protection et de rétablissement du chevalier cuivré, dont le suivi du recrutement et de la population, la reproduction artificielle, les ensemencements, la cryoconservation de la laitance ainsi que la gestion et la protection des habitats stratégiques de l'espèce.

COLLECTIONS EXAMINÉES

Collections biologiques et banques de données du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) du Québec.

Annexe 1. Tableau d'évaluation des menaces

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES			
Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème	*Moxostoma hubbsi*		
Identification de l'élément	**Code de l'élément**		
Évaluateur(s) :	Nathalie Vachon		
Références :			
Guide pour le calcul de l'impact global des menaces :	**Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact**		
Impact des menaces		**Maximum de la plage d'intensité**	**Minimum de la plage d'intensité**
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	2
C	Moyen	4	3
D	Faible	2	3
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Très élevé
Valeur de l'impact global attribuée :		**A = Très élevé**	
Ajustement de la valeur de l'impact – justification :			
Impact global des menaces – commentaires		Compte tenu des données démographiques (déclin inféré de la population, faible recrutement naturel), de ses caractéristiques biologiques, de son aire de répartition très restreinte et concentrée dans les régions le plus densément peuplées du Québec, lesquelles sont soumises à de fortes pressions anthropiques, et comme il n'y a que deux sites de reproduction connus, cette évaluation traduit bien le niveau des menaces et des facteurs limitatifs qui pèsent actuellement et dans un horizon d'une vingtaine d'années sur l'espèce et ses habitats.	

Menace		**Impact (calculé)**		**Portée (10 prochaines années)**	**Gravité (10 ans ou 3 générations)**	**Immédiateté**	**Commentaires**
1	Développement résidentiel et commercial	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
1.1	Habitations et zones urbaines	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Le développement urbain entraîne très souvent l'artificialisation et/ou la destruction/détérioration des bandes riveraines, ce qui a des répercussions sur l'intégrité des milieux aquatiques.
1.2	Zones commerciales et industrielles	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	L'agrandissement des infrastructures du port de Montréal dans le secteur Lavaltrie-Contrecœur, qui abrite d'importantes aires d'alimentation des adultes, est en développement.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
2	Agriculture et aquaculture	B	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
2.1	Cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois	B	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	La rivière Richelieu et ses affluents ainsi que les rivières Yamaska et Noire et le lac Saint-Pierre en sont particulièrement touchés.
2.3	Élevage et élevage à grande échelle	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
3	Production d'énergie et exploitation minière		Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Petite (1-10 %)	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans)	
3.1	Forage pétrolier et gazier		Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Inconnue	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans)	Bien qu'il existe à vrai dire un moratoire sur l'exploration des gaz de schiste, les forages exploratoires pourraient reprendre et une exploitation à grande échelle pourrait s'amorcer (les effets sur l'habitat du chevalier cuivré sont inconnus).
3.3	Énergie renouvelable		Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	Des turbines hydrocinétiques sont déjà installées dans le fleuve Saint-Laurent et cette forme d'énergie pourrait être appelée à se développer (effets inconnus).
4	Corridors de transport et de service	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
4.1	Routes et voies ferrées	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	L'érosion des rives est manifeste et omniprésente dans la rivière Richelieu et elle menace la stabilité des routes bordant la rivière. Dans les dernières années, des travaux de stabilisation des berges d'urgence ont été réalisés à certains endroits. Un plan de stabilisation, prévu sur une période de dix ans, est dans sa phase finale de préparation. Ces travaux de stabilisation nécessitent, dans la très grande majorité des cas, l'usage de techniques de stabilisation mécanique et même l'utilisation de la méthode de contrepoids. Ces infrastructures entraînent la destruction, la détérioration et la perturbation des zones littorales peu profondes et des herbiers aquatiques qui sont reconnus comme des habitats d'alevinage et de croissance des jeunes chevaliers cuivrés et qui sont uniques à la rivière Richelieu.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
4.3	Transport par eau	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Le fleuve Saint-Laurent est une importante voie de navigation et n'est pas à l'abri de déversements d'hydrocarbures. Les dragages d'entretien de la voie maritime pourraient devenir plus fréquents en raison des changements climatiques.
5	Utilisation des ressources biologiques	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	À certains moments de l'année, notamment quand surviennent les regroupements avant et durant les périodes de fraye, des captures accidentelles sont plus susceptibles de se produire. Certaines communautés ethniques recherchent particulièrement les chevaliers de grandes tailles.
6	Intrusions et perturbations humaines	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
6.1	Activités récréatives	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Particulièrement dans la rivière Richelieu, qui joue un rôle crucial dans le cycle vital du chevalier cuivré (reproduction et alevinage). Les activités nautiques sont en croissance, ce qui perturbe et détériore l'habitat d'alevinage (érosion et remise en suspension de sédiments). Les activités récréatives dans le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin durant la période de fraye et d'incubation des œufs sont particulièrement néfastes pour l'espèce (dérangement des géniteurs et piétinement des œufs).
7	Modification du système naturel		Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 pro-chaines années)	Gravité (10 ans ou 3 géné-rations)	Immédiateté	Commentaires
7.2	Barrages, gestion et utilisation de l'eau		Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans)	Des modifications dans la gestion des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent et des profils d'écoulement près des frayères dans la rivière Richelieu pourraient détériorer les habitats d'alimentation et de reproduction et se révéler néfastes pour l'espèce. Des projets visant l'installation de turbines au barrage du Lieu historique du Canal-de-Saint-Ours (risques de mortalité et de modifications du régime hydrologique) ainsi que l'aménagement d'un barrage dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Montréal à des fins de production d'hydroélectricité (fragmentation supplémentaire et mortalité) ont été présentés dans le passé. Bien que ces projets n'aient pas vu le jour, ils pourraient être présentés à nouveau.
8	Espèces et gènes envahissants ou problématiques	CD	Moyen – faible	Grande – petite (1-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	BD	Élevé – faible	Grande – petite (1-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	La tanche et le gobie à taches noires, deux espèces très tolérantes et ubiquistes, sont bien établis dans pratiquement l'ensemble de l'aire de répartition du chevalier cuivré. Bien qu'elle n'ait pas encore été détectée dans le fleuve Saint-Laurent, la septicémie hémorragique virale (SHV) pourrait éventuellement affecter le chevalier cuivré. Les effets de l'introduction de ces espèces sont mal connus.
9	Pollution	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	CD	Moyen – faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée – légère (1-30 %)	Élevée (continue)	Le développement urbain se poursuit dans une grande partie de l'aire de répartition du chevalier cuivré, ce qui conduit à l'aménagement de nombreuses infrastructures de drainage. En outre, le chevalier cuivré fréquente des milieux situés dans l'effluent des usines d'épuration des villes de Montréal, de Longueuil et de Laval, et est donc exposé aux divers contaminants contenus dans ces eaux.
9.2	Effluents industriels et militaires		Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Inconnue	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans)	Le développement et/ou la modification d'infrastructures pour le transport du pétrole sont très probables.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 pro-chaines années)	Gravité (10 ans ou 3 géné-rations)	Immédiateté	Commentaires
9.3	Effluents agricoles et forestiers	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	La présence de charges excessives de nutriments, de sédiments et de substances toxiques diverses dans plusieurs cours d'eau fréquentés par le chevalier cuivré est liée aux activités agricoles et entraîne la dégradation des milieux aquatiques et de la qualité de l'eau.
10	Phénomènes géologiques		Inconnu	Inconnue	Inconnue	Inconnue	
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	Des fluctuations climatiques plus intenses sont survenues ces dernières années, au printemps et au début de l'été. Les suivis ont montré qu'elles avaient vraisemblablement un effet négatif sur le succès de reproduction et qu'elles nuisaient même aux activités de reproduction artificielle, une mesure jugée prioritaire pour le rétablissement de l'espèce. Les effets à long terme demeurent cependant difficiles à quantifier.
11.2	Sécheresses	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	Les faibles niveaux des eaux peuvent vraisemblablement limiter la disponibilité/qualité des habitats de fraye (surtout à la frayère de Chambly) et d'alevinage. Les faibles débits diminuent le potentiel de dilution des substances toxiques, ce qui rend le chevalier cuivré plus vulnérable puisque sa période de fraye est tardive et survient au moment où les épandages de pesticides sont à leur maximum.
11.3	Températures extrêmes	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	Des températures sous-optimales pendant la période de fraye et de croissance des jeunes (réchauffement précoce au printemps, été frais) sont susceptibles de nuire au succès de reproduction de l'espèce ainsi qu'à la survie des jeunes durant la première année.
11.4	Tempêtes et inondations	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans)	Des crues extrêmes, telles que celles qui se sont produites en 2011, sont vraisemblablement néfastes pour la reproduction de l'espèce.